

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD

LYON

ANNEE 1972 - N° 98

# **L'EMBOLECTOMIE ARTERIELLE INTRA-CRANIENNE DONNEES EXPERIMENTALES ET CLINIQUES**

## **THESE**

PRESENTEE

A L'UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD - LYON

ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 15 JUIN 1972

**POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE**

**par**

**BRET Philippe**

Interne des Hôpitaux de Lyon

Né le 17 Janvier 1944 à LYON

90





Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41552611\\_0016](https://archive.org/details/IA41552611_0016)



UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD  
LYON

---

ANNEE 1972 - N° 98

---

# **L'EMBOLECTOMIE ARTERIELLE INTRA-CRANIENNE DONNEES EXPERIMENTALES ET CLINIQUES**

## **THESE**

PRESENTEE

A L'UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD - LYON  
ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 15 JUIN 1972

**POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE**

**par**

**BRET Philippe**  
Interne des Hôpitaux de Lyon

Né le 17 Janvier 1944 à LYON



# UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

## U.E.R. MEDICALE GRANGE-BLANCHE

8, avenue Rockefeller - LYON 8e

---

Président de l'Université : J. BOIDIN

Premier Vice-Président : R. TOURAINE

★

Secrétaire Général : P. IZAUTE

★

### Unités d'Enseignement et de Recherche de l'Université

MEDECINE : Grange-Blanche - Directeur : Professeur GERMAIN D.  
Alexis-Carrel - Directeur : Professeur GIROD C.  
Sud-Ouest - Directeur : Professeur TOLOT F.  
Lyon-Nord - Directeur : Professeur BERTOYE A.

Biologie Humaine : Directeur : Docteur CZYBA R. (Maître de Conférences Agrégé)  
Techniques de Réadaptation - Directeur : Professeur MOUNIER-KUHN P.  
Sciences Pharmaceutiques - Directeur : M. CARRAZ (Maître de Conférences Agrégé)  
Sciences Odontologiques - Directeur : Docteur VINCENT R.  
Institut Régional d'Education Physique et Sportive - Directeur : Professeur MILLON A.  
Mathématiques - Directeur : Doyen BRACONNIER  
Physique - Directeur : Professeur DUFAY  
Chimie et Biochimie - Directeur : Professeur GAUTHERON  
Sciences de la Nature - Directeur : Professeur DAVID L.  
Biodynamique et Psychopédagogie - Directeur : Professeur FONTANGES R.  
Institut Universitaire de Technologie n° 1 - Directeur : Professeur POUYET B.  
Institut Universitaire de Technologie n° 2 - Directeur : Professeur GALLET J.  
Observatoire - Directeur : Professeur BIGAY J.H.  
Physique nucléaire - Directeur : Professeur SARAZIN A.  
Mécanique - Directeur : Professeur MATHIEU J.

### EXAMINATEURS DE LA THESE

PRESIDENT : M. le Pr. WERTHEIMER -

ASSEESSEURS : MM. Pr MANSUY - U.E.R. Alexis-Carrel  
Pr LECUIRE - U.E.R. Grange-Blanche  
Pr ALLEGRE - U.E.R. Lyon-Nord  
Pr Ag. LAPRAS - U.E.R. Sud-Ouest  
Pr Ag. GOUTELLE - U.E.R. Lyon-Nord

INVITE : M. le Doyen G. LAZORTHES (Toulouse)



*A la mémoire de mon Grand-Père*

*le Docteur Joseph BRET, Médecin des Hôpitaux de Lyon*

*A mon Père, le Docteur Jean BRET*

*Il restera toujours pour nous un exemple de dévouement à la cause du malade. Qu'il veuille bien trouver dans notre modeste prose l'expression de notre affection toujours renouvelée.*

*A ma Mère*

*A Monique*

*A mon frère, le lieutenant de Vaisseau Henri BRET*

*A mes soeurs*

*A mes beaux-parents*

*A mes belles-soeurs et beaux-frères*

*A tous mes amis, en particulier Michel GUILLAUD*



A NOTRE PRESIDENT DE THESE

*Monsieur le Professeur Pierre WERTHEIMER*

*Bien que la loi des générations ne nous ait pas permis d'être de ses élèves, il a bien voulu consentir à nous faire l'honneur de présider notre jury. Qu'il veuille bien trouver dans ce modeste travail, situé aux confins de la Neurochirurgie et de la Chirurgie Vasculaire, un hommage respectueux à un Maître incontesté de ces deux disciples.*

*Nous le prions de croire à notre profond respect.*



## A NOS JUGES

*Monsieur le Doyen Guy LAZORTHES*

*L'ampleur et la qualité de ses travaux témoignent de l'attention toute légitime qu'il y a lieu de porter aux problèmes anatomiques et physiologiques dans l'approche diagnostique et thérapeutique de l'ischémie cérébrale.*

*Nous sommes conscient de l'honneur qu'il nous fait en acceptant de siéger dans notre jury et espérons qu'il trouvera dans ce travail l'expression de notre respectueuse admiration.*

*Monsieur le Professeur Louis MANSUY*

*Nous n'oublions pas que c'est dans son service, au cours d'un de nos premiers semestres d'Externat, que nous avons effectué notre premier contact avec la Neurochirurgie.*

*La rigueur de son raisonnement étayé sur une expérience clinique et chirurgicale considérable devait dès cette date susciter chez nous une attirance irrésistible pour la spécialité et nous inciter à bénéficier à nouveau de son enseignement au cours de notre Internat.*

*Nous l'assurons de notre respectueux dévouement.*

*Monsieur le Professeur Jean LECUIRE*

*Nous n'avons cessé, au cours de deux semestres d'Internat, de mesurer l'ampleur de ses qualités humaines et l'étendue de ses connaissances. Il a su renforcer chez nous le respect absolu de l'intérêt du malade et nous confier rapidement des responsabilités cliniques et chirurgicales. Dans l'élaboration de ce travail comme dans d'autres domaines, l'efficacité de son soutien ne s'est jamais démentie et nous n'oublions pas que c'est grâce à sa clairvoyance que les techniques micro-neurochirurgicales ont pu trouver à Lyon la place qui leur revenait. Nous sommes particulièrement sensible à l'honneur qu'il nous fait en nous accueillant dans son service et l'assurons de notre fidélité et de notre respectueux dévouement.*



## A NOS JUGES

*Monsieur le Professeur G.E. ALLEGRE*

*Nous avons eu maintes fois l'occasion de tirer enseignement de ses gestes opératoires alliant l'efficacité et la précision à l'élégance. La finesse de son raisonnement et de son humour, l'étendue de sa culture, la simplicité de son accueil sont autant d'aspects de son caractère qui contribuent à en faire une personnalité séduisante et admirée.*

*Nous le remercions bien sincèrement des conseils qu'il nous a prodigués et l'assurons de nos sentiments respectueux.*

*Monsieur le Professeur Agrégé Claude LAPRAS*

*Son enthousiasme raisonné et sans cesse renouvelé pour les techniques d'avant-garde, son dynamisme communicatif, sa dextérité chirurgicale suscitent chaque jour notre admiration.*

*Son inlassable gentillesse nous a bien souvent permis de surmonter des situations difficiles.*

*Ses amicales remarques nous ont été précieuses, au cours de l'élaboration de ce travail comme ailleurs, et nous nous réjouissons de travailler à ses côtés.*

*Nous l'assurons de notre fidèle attachement.*

*Monsieur le Professeur Agrégé Alain GOUTELLE*

*C'est avec plaisir qu'à ses côtés, nous terminons notre Internat. Ses conseils efficaces et judicieux, assortis d'un bon sens témoignant d'une riche expérience clinique ont contribué à parfaire nos connaissances.*

*Nous l'assurons de notre gratitude.*



*A NOS MAITRES DANS LES HOPITAUX*

*EXTERNAT : Monsieur le Professeur A. BERTOYE  
Monsieur le Professeur L. MANSUY  
Monsieur le Professeur G.E. ALLEGRE  
Monsieur le Professeur P. BERTRAND  
Monsieur le Professeur P. GUINET  
Monsieur le Professeur Agrégé R. MORNEX*

*INTERNAT : Monsieur le Professeur J. LECUIRE  
Monsieur le Professeur Agrégé C. LAPRAS  
Monsieur le Professeur Agrégé P. BUFFARD  
Monsieur le Professeur Agrégé M. BOCHU  
Monsieur le Professeur L. MANSUY  
Monsieur le Professeur G.E. ALLEGRE  
Monsieur le Professeur L. ROCHE  
Monsieur le Professeur M. COLIN  
Monsieur le Professeur Agrégé P. PALIARD  
Monsieur le Professeur Agrégé Ch. BOURRAT  
Monsieur le Professeur P.F. GIRARD  
Monsieur le Professeur B. SCHOTT*



*Ils ont participé sans relâche à l'élaboration de ce travail :*

*Monsieur le Docteur Jean-Pierre DECHAUME*

*Nous saisissons cette occasion pour lui renouveler toute notre reconnaissance : dès notre première année d'Externat, il a su éveiller chez nous l'idée d'une carrière neurochirurgicale. Après notre accession à l'Internat, il a bien voulu nous faire profiter sans réserve de son savoir et de son expérience chirurgicale.*

*Il a guidé avec une inlassable patience nos premiers pas dans la spécialité et nous sommes honoré des marques de confiance dont il a rapidement su témoigner à notre égard.*

*Nous le remercions de nous avoir confié ce sujet qui lui tient à coeur et de nous avoir guidé sans cesse au cours de son élaboration. Son amitié nous est très chère, nous espérons en être et en rester digne.*

*Monsieur le Docteur Robert DERUTY*

*Nous le remercions de sa collaboration et de ses précieux conseils.*

*Son calme et sa pondération sont pour nous des exemples.*

*Nous lui renouvelons toute notre amitié.*

*Monsieur le Professeur M. TOMMASI*

*Il nous a ouvert les portes de son laboratoire avec bienveillance.*

*Ses compétences anatomo-pathologiques nous ont été précieuses dans l'appréciation des résultats de notre travail expérimental.*

*Nous l'assurons de notre respectueuse gratitude.*

*Monsieur le Docteur G. BERGER*

*Il a bien voulu mettre ses connaissances à notre disposition et consacrer de longues heures à la lecture de nos coupes histologiques.*

*Nous l'en remercions.*

*Monsieur le Docteur H. YASUI*

*Son dévouement a souvent été mis à rude épreuve. Nous le remercions de sa collaboration et l'assurons de notre fidèle amitié.*



*A Monsieur le Docteur Georges FISCHER*

*Nous avons pu, au cours d'un semestre d'Internat effectué à ses côtés, apprécier l'étendue de ses qualités humaines et professionnelles. Nous l'assurons de notre amitié et le remercions de l'accueil chaleureux qu'il nous réserve toujours.*

*A Monsieur le Docteur Daniel MICHEL*

*L'enseignement précis, logique et rigoureux dont il nous a chaque jour fait bénéficier pendant six mois nous a permis de mesurer l'importance qu'il y a lieu d'accorder à un examen approfondi du malade.  
Il est pour l'équipe neurochirurgicale un précieux collaborateur. Nous le remercions de ses conseils et l'assurons de notre amical attachement.*

*A Mademoiselle le Docteur B. BADY*

*Nous regrettons de n'avoir pu tirer profit de son savoir neurologique que pendant une courte période et l'assurons de notre dévouement.*

*A tous nos amis Assistants de l'Hôpital Neurologique, en particulier :*

*Messieurs les Docteurs :  
Yves MOENE, Paul TROUILLAS, Olivier JOYEUX,  
Robert RAVON, Pierre-José BARBEAU*

*A nos Conférenciers d'Internat :*

*MM. P. VUILLARD, M. CUCHE, L. CORONAT, G. RAMBAUD et P. COEUR*

*A nos amis Internes en Neurochirurgie :*

*Jacques BRUNON, Michel DESGEORGES, Marc SINDOU,  
Patrick PIERLUCA, Jacques CAPDEVILLE*

*en espérant que l'avenir ne viendra pas altérer quatre ans de loyale collaboration et d'amitié forgées au sein de l'Internat.*

*A tous nos amis de l'Internat,*

*en particulier J. BAULIEUX*



*A Mesdemoiselles* A. GUYOT  
D. GUILLAUMEE  
V. SERVAN

*Nous remercions les laboratoires LIPHA-OBERVAL, en particulier Messieurs DELIGNETTE et GRAND qui nous ont permis de mener à bien une partie de notre travail expérimental.*

*Nous remercions les laboratoires HOECHST et EUTHERAPIE pour leur participation à ce travail.*

*Nous remercions les laboratoires SANDOZ qui nous ont permis de consulter leur fichier bibliographique.*



## INTRODUCTION

L'abord chirurgical et la désobstruction d'une artère cérébrale oblitérée par un obstacle présumé de nature embolique constituent pour le neurochirurgien une attitude thérapeutique séduisante réalisant pour lui la transposition dans un domaine qui lui est propre de la chirurgie des axes vasculaires extra-crâniens à destinée encéphalique.

Avant d'envisager avec des chances raisonnables de succès la réalisation courante de ce geste en pathologie humaine, l'opérateur se doit d'avoir préalablement résolu les différents problèmes semblant s'opposer à sa réalisation et dont le caractère apparemment insurmontable rend compte du nombre relativement faible de cas publiés dans la littérature.

Ces problèmes sont de deux ordres :

UN PREMIER GROUPE est constitué par la petite taille des artères concernées par l'oblitération.

Le calibre moyen d'une carotide supra-clinoïdienne n'excède pas en effet 3 mm, celui d'un tronc sylvien 2,5 mm. Si, en outre, l'on considère qu'au cours de leur abord chirurgical, ces vaisseaux se trouvent situés véritablement au fond d'un puits dont les parois sont constituées d'éléments nobles, on peut d'ores et déjà concevoir les problèmes purement techniques que posera, même à l'opérateur le plus entraîné, ce type de chirurgie.

LE DEUXIEME GROUPE DE PROBLEMES concerne l'opportunité même du geste désobstruteur face aux lésions parenchymateuses dues à l'oblitération et réputées irréversibles.

Est-on en droit de prétendre, et sur quels arguments, que la levée de l'obstacle entraînerait une stabilisation, sinon une régression du foyer ischémique et par là même une amélioration du déficit neurologique constaté avant l'intervention ?

Le but de ce travail a été d'aborder ces deux groupes de problèmes et d'essayer de répondre à cette double question :

*Devant une oblitération artérielle intra-crânienne présumée d'origine embolique, est-il possible sur le plan technique et licite sur le plan clinique d'envisager un abord direct et une désobstruction ?*

Notre étude comprend deux parties distinctes :

LA PREMIERE PARTIE est un travail expérimental au cours duquel sont abordés les deux types de difficultés inhérentes à cette chirurgie.

Les servitudes imposées par la chirurgie des vaisseaux de calibre millimétrique et infra-millimétrique ont été envisagées lors d'une étude expérimentale portant sur les artères du rat. A ce titre, l'absolue nécessité d'un système de magnification optique s'est imposée d'emblée comme un impératif primordial.

Pour apprécier la légitimité de l'indication opératoire, il nous a paru indispensable d'entreprendre une approche de l'ischémie cérébrale et de son éventuelle réversibilité en la provoquant chez le chien par des clippages sylviens temporaires et de durée variable.

LA DEUXIEME PARTIE fait état des données chirurgicales que nous avons pu colliger dans la littérature auxquelles nous ajoutons six cas personnels d'embolotomies tentées au cours des deux dernières années sous l'égide de nos maîtres, le Professeur J. LECUIRE et le Professeur Agrégé Cl. LAPRAS.

A partir de ces données, nous avons essayé de tirer des conclusions sur le plan de la technique chirurgicale et de l'indication opératoire.

## **PREMIERE PARTIE**

### **CHAPITRE I – MICROCHIRURGIE VASCULAIRE EXPERIMENTALE**

#### **I. Historique et revue de la littérature**

#### **II. Travaux personnels :**

- A - Matériel d'étude
- B - Microsutures expérimentales
- C - Méthodes de non-suture
- D - Résultats

#### **Conclusion**

### **CHAPITRE II – L'ISCHEMIE CEREbraLE TEMPORAIRE CHEZ LE CHIEN**

#### **I. Technique**

#### **II. Résultats : moyens d'appréciation exposé**

#### **Conclusion**



## **CHAPITRE I**

Université Claude Bernard - Lyon I  
Unité d'Enseignement et de Recherches de Médecine de Grange Blanche  
Section Universitaire de Recherches Expérimentales Neurochirurgicales  
F 69 31 56 B  
Professeur Jean LECUIRE



## I - HISTORIQUE ET REVUE DE LA LITTERATURE

L'étude historique de la chirurgie des petits vaisseaux se doit de rappeler en premier lieu les enseignements fournis par les tentatives chirurgicales et expérimentales ayant porté sur les vaisseaux de gros et moyen calibre, lesquelles sont déjà fort anciennes.

En effet, le 15 juin 1759, HALLOWEL tenta, pour la première fois semble-t-il, de suturer une plaie vasculaire, appliquant les principes de LAMBERT qui introduisait la perspective d'une chirurgie artérielle conservatrice grâce aux procédés de suture.

Les travaux expérimentaux d'ASMAN (1773), qui réalise des sutures sur les artères fémorales de quatre chiens apparaissent suffisamment décevants pour que BROCA en 1856 dans sa monographie sur l'anévrisme rejette définitivement l'idée d'une suture vasculaire, celle-ci "oblitérant infailliblement les vaisseaux".

La première tentative de suture veineuse remonte à TRAVERS qui, en 1816, suture une plaie de veine fémorale, suivi tardivement par CZERNY qui suture une jugulaire en 1821, par SCHEDE (1882) qui répare une plaie opératoire de la veine fémorale.

Les sutures artérielles reviennent au goût du jour en 1882 avec les travaux de GLUCK qui suture expérimentalement l'aorte et l'iliaque chez le chien et surtout avec les travaux de JASSINOWSKY qui pose en 1889 les principes des sutures artérielles et insiste dès cette date sur la simplicité de la méthode, son application possible à tous les types de plaies artérielles et la nécessité d'une asepsie rigoureuse.

En 1894, se font jour les premières tentatives expérimentales d'anastomoses vasculaires ne mettant pas en jeu les procédés de suture avec ABBE qui utilise des tubulures artificielles pour rétablir la continuité d'une artère fémorale de chien sectionnée transversalement.

NITZE en 1897 utilise dans le même but une prothèse d'ivoire, suivi par PAYR (1900) qui préconise une prothèse de magnésium résorbable et par JENSEN qui va jusqu'à proposer une prothèse osseuse.

C'est également au début du siècle que CARREL et GUTHRIE, en mettant au point des techniques de suture vasculaire à la soie au cours de transplantation d'organes et en expérimentant différentes prothèses de remplacement faites de verre ou d'aluminium, donnent à la chirurgie vasculaire un essor considérable en insistant sur le caractère irremplaçable de la suture, tout en ouvrant la voie aux procédés de non-suture, précurseurs des modernes "staplers".

C'est à la même époque que naquit l'idée d'utiliser un adhésif avec BREWER qui en 1904, utilise sans succès du plâtre pour obturer une brèche vasculaire.

En 1918, NEUHOF conçoit le principe du patch en utilisant la suture de fragments d'aponévrose au contact de pertes de substances d'artères de gros calibre chez le chien.

Il faut attendre la fin des années 30 pour que de nouveaux noms se fassent jour en chirurgie vasculaire avec KABAT (1938), ISENBERGER et CARROL (1939).

La deuxième guerre mondiale vient alors fournir un vaste champ d'applications cliniques et donne une solide assise à la chirurgie vasculaire désormais associée à des noms célèbres (BLAKEMORE, BAILEY, ELKINS, LERICHE, WERTHEIMER, De BAKEY).



Les principes de base de la chirurgie des gros et moyens vaisseaux se trouvaient alors solidement établis, bien que perfectibles, et il était naturel que les recherches s'orientent alors vers la chirurgie des petits vaisseaux.

Il semble que les premières tentatives dans ce domaine remontent à 1948 avec SCHUMACKER et LOWENBERG, suivis en 1953 par BELLMAN, en 1960 par CRAWFORD, BEALL, ELLIS et De BAKEY qui préconisent l'application de patches, par SEIDENBERG, HURWITT et CARTON et par URSCHEL et ROTH qui obtiennent un taux de perméabilité de 73 % sur des artères cubitales de chien mesurant environ 2,5 mm de calibre.

Jusqu'à cette date, cependant, les résultats obtenus étaient loin d'être satisfaisants et si la perméabilité vasculaire pouvait parfois être conservée, ce n'était pas sans une sténose sévère, qui ne pouvait être évitée, même avec les divers procédés de dilatation artificielle préalable préconisés par HEDBERG (1961) et par CASTEN (1962).

Cet échec partiel de l'extrapolation des principes de la chirurgie des gros vaisseaux à celle des petits vaisseaux est lié à des raisons purement techniques affirmait en 1960 JACOBSON et SUAREZ en soulignant le fait qu'une erreur de 1 mm dans le placement d'une suture reste sans conséquence lorsque l'on travaille sur des vaisseaux de gros calibre mais aboutit à une thrombose lorsqu'elle s'applique à un vaisseau de 2 mm.

Le seul obstacle à l'application correcte d'une suture réside dans la limitation de l'oeil humain.

Prônant l'utilisation du microscope opératoire, ces auteurs introduisent le principe de la magnification optique en chirurgie vasculaire et la qualité remarquable des résultats de leurs travaux expérimentaux, comportant notamment des endartérectomies d'artères de chien, de chat et de lapin, démontre de façon éclatante l'amélioration apportée par la méthode.

Malgré tout, les techniques microchirurgicales ne semblaient pas avoir à cette date suscité l'adhésion de tous les auteurs, certains préférant une loupe binoculaire grossissant 4 fois (CHASE 1962), d'autres continuant à utiliser la vision directe (STAHL et KATSUMURA 1964, MAN et KOHN 1962, SALMON J.H. 1963), d'autres enfin niant l'utilité du microscope (ZINGG et KHODADADEH 1964).

Des études comparatives des taux de perméabilité obtenus avec et sans microscope ont rarement été effectuées dans un même travail expérimental. COLLINS et DOUGLAS, au cours d'anastomoses veineuses de 1 à 2,5 mm n'obtiennent qu'une différence de 7 % entre la série effectuée sous microscope et celle effectuée sans magnification. Mais des critères importants tels que degré de sténose et perméabilité à long terme n'avaient pas été alors pris en considération.

Si les techniques de simple suture artérielle peuvent se concevoir sans microscope sur des artères de 2 à 3 mm avec de bons résultats (SALMON J.H. 1963), des travaux ultérieurs démontrent qu'une technique microchirurgicale apparaît indispensable dès que l'on aborde le problème des anastomoses complexes du type by-pass, greffons ou patch (SALMON et ASSIMACOPOULOS 1964, COBETT 1965,

KRIZEK 1965, BUNCKE et SCHULZ 1965, SADD 1966, KHODADAD et LOUGHEED 1966, DONAGHY 1967, YASARGIL 1969, CROWELL et YASARGIL 1969, REICHMANN 1971).

Ces travaux, de complexité croissante, vont de la suture artérielle termino-terminale (COBETT) à la réalisation d'anastomoses linguo-basilaires chez le chien (REICHMANN) en passant par la réimplantation d'une oreille de lapin sectionnée (BUNCKE) et l'application de patches artériels ou veineux sur l'artère sylvienne du chien (YASARGIL).



Malgré le haut degré de perfectionnement atteint en 1972 avec les procédés de microsuture, autorisant une reconstitution quasi-parfaite de la morphologie vasculaire, les servitudes de la technique — notamment la longueur du temps de clamage artériel et la nécessité pour l'opérateur d'être rompu aux techniques micro-chirurgicales — ont suscité chez de nombreux auteurs la préoccupation de mettre au point des méthodes de fermetures d'artériotomies et d'anastomoses sans suture qui auraient pour elles l'avantage de la rapidité et de la simplicité technique.

CES DIFFERENTES METHODES DE NON-SUTURE PEUVENT ETRE GROUPEES SOUS QUATRE RUBRIQUES (tableaux II et III).

#### ● LES COAPTEURS ("staplers")

mettent en jeu le principe de deux éléments annulaires symétriques constitués de métal ou de substance synthétique destinés à être appliqués aux deux bouts de l'artère à anastomoser et réunis grâce à des agrafes métalliques les rendant solidaires.

Ce principe, imaginé en 1945 par un groupe de chercheurs soviétiques et alors applicable à des vaisseaux de 1,3 à 1,5 mm a connu par la suite de nombreux développements, mais n'a pas toujours donné lieu à des applications cliniques très étendues.

Si l'on excepte l'appareillage de GUDOV, utilisé plus tard par PETROVA chez 16 malades, puis par ANDROSOV (1956) dans la fermeture de 29 artères humaines et le traitement de 42 anévrysmes et anévrysmes artério-veineux, le procédé voisin employé par INOKUCHI dans les anastomoses spléno-rénales et l'appareillage utilisé avec succès par NAKAYAMA (1962) aux fins d'anastomoses vasculaires au cours de transplantations d'organes pour cancers oesophagiens, la plupart des instruments conçus sont demeurés dans le stade expérimental (VOGELFANGER et BEATTIE 1958, STERLING 1959, TAKARO 1960, CARTON 1960, ROHMAN 1960, HOLT 1961, GOETZ 1961, HEALEY 1962, MALLINA 1962-1963, MILLER 1963, CARROL 1964, ZINGG 1964, BEATTIE 1965, KHODADAD 1965, BELLMAN 1967).

L'enthousiasme, d'ailleurs temporaire semble-t-il, suscité par les méthodes de "stapling" chez les chirurgiens vasculaires n'a pas connu l'écho que l'on pouvait en attendre chez les auteurs expérimentant la chirurgie des petits vaisseaux.

Le seul appareillage théoriquement adaptable à des vaisseaux de 1 mm est le "microstapler" conçu par VOGELFANGER et BEATTIE. Pour des raisons tant financières que techniques, ce microstapler est actuellement inutilisable en microchirurgie vasculaire, en particulier au niveau intra-crânien.

## • LES ADHESIFS

L'application en chirurgie expérimentale et humaine de colles synthétiques dérivées des alkyl-cyanoacrylates date de 1952 avec l'utilisation d'un méthyl - 2 cyanoacrylate (EASTMAN 910 Adhesive) dont l'emploi vient d'être récemment interdit aux U.S.A. du fait de ses vertus carcinogéniques.

Par la suite, les propriétés adhésives de substances dérivées ont été testées en regard d'artériotomies ou d'application de patches veineux, de Téflon, de Dacron ou de Mersilène.

Les résultats apparaissent satisfaisants au cours d'expérimentations portant sur la réparation de vaisseaux de gros ou moyen calibre comme en témoignent les travaux de BERNHARD (1962), CARTON (1960 - 1961 - 1962), HEALEY (1962), HAFNER (1963), MANAX (1963), KHODADAD (1964), ZINGG (1964), GOTTLÖB (1967), SUZUKI (1971), avec cependant un taux variable de nécrose vasculaire ou de thrombose tardive selon l'adhésif employé.

L'utilisation de ces substances a par contre toujours été décevante dans la chirurgie réparatrice des vaisseaux de calibre inférieur à 2 mm (HOPPENSTEIN 1965) en dehors des cas où l'adhésif remplit simplement un rôle de renforcement d'une suture.

Des recherches récentes sont orientées vers la mise au point d'un adhésif biologique possédant les propriétés idéales de non toxicité, d'élasticité, de stérilité requises pour une large application humaine (YODH et WRIGHT 1967, TSUCHIYA 1968).

## • LE CLIP-GRAFT

Est un appareillage simple conçu en 1965 par SUNDT et NOFZINGER à la suite d'une expérimentation sur des artères de chien et tirant son originalité du fait que son application ne nécessite ni suture, ni substance adhésive.

Il est dérivé d'un clip de MAYFIELD dont les mâchoires rendues tubulaires et destinées à enrober le vaisseau, sont garnies d'un manchon de Téflon.

Son utilisation avec succès par l'auteur dans 6 cas de thrombose sylvienne et 45 cas d'anévrismes supra-clinoïdiens (1969) permettait d'affirmer son intérêt dans la chirurgie des petits vaisseaux et d'assurer sa diffusion.

## • L'ELECTROCOAPTATION

Cette méthode de non-suture a donné satisfaction à SIGEL et AVECEDO en 1963 dans la fermeture d'incisions linéaires de veines et même dans des anastomoses veineuses, mais, de l'avis des mêmes auteurs, le principe est inapplicable aux artères.

TABLEAU I : MICROSUTURES

| Auteurs           |         | Montages réalisés                                                                                                                        | Magnification        | Résultats                               |
|-------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| SCHUMACKER        | 1948    |                                                                                                                                          |                      | ?                                       |
| CRAWFORD          | 1960    | Patch de petites artères                                                                                                                 |                      | Sténoses                                |
| JACOBSON          | 1960-61 | Carotides chiens et lapins de 1,4 à 3,2 mm.<br>Auto et homogreffes artérielles et veineuses.<br>Endartériectomies                        | Microscope           | 90 à<br>100 % perméabilité              |
| URSCHEL           | 1961    | Artères cubitales de chien                                                                                                               |                      | 73 % perméabilité                       |
| CHASE             | 1962    | Anastomoses termino-terminales artères brachiales<br>du chien (1,2 à 1,7 mm)                                                             | Loupe<br>binoculaire | 73 % perméabilité<br>27 % sténose       |
| MAN               | 1962    | Anastomoses d'artères de chien de 0,8 à 2,5 mm<br>de calibre                                                                             |                      | 64,5 % perméabilité<br>35,5 % thrombose |
| BALLINGER         | 1963    | Sutures + Shunt soluble en gélatine                                                                                                      |                      | ?                                       |
| SALMON J.H.       | 1963    | 1. Réparation d'artériotomies longitudi-<br>nales sur artères de 3 mm à la soie 6-0 } chez<br>2. Sutures de plaies artérielles } l'homme |                      | 95 % pulsatilité<br>50 % pulsatilité    |
| COLLINS           | 1964    | Etude de 60 anastomoses veineuses avec et sans<br>microscope (1 à 2,5 mm)                                                                | Sans microscope      | 86,6 % perméabilité                     |
|                   |         |                                                                                                                                          | Avec microscope      | 93,3 % perméabilité                     |
| SALMON P.A.       | 1964    | Fermeture d'artériotomies }<br>Anastomoses } artères de chien<br>Patches }                                                               | Microscope           | entre 75 et 100 %<br>selon montage      |
| STAHL             | 1964    | Reconstruction de petites artères                                                                                                        |                      | Non précisé                             |
| KRIZEK            | 1965    | Transplantation de greffons cutanés ou sous-cutanés<br>au cou de chiens. Artères de 0,6 mm à 2 mm                                        | Microscope           | 95 % perméabilité                       |
| BUNCKE            | 1966    | Réimplantation d'une oreille de lapin. Transplan-<br>tation de pouce et index de singe                                                   | Microscope           | Excellent                               |
| COBETT            | 1966    | Transplantation d'un gros orteil à la place d'un<br>pouce sectionné chez l'homme                                                         | Microscope           | Excellent                               |
| KHODADAD          | 1966    | Artériotomies longitudinales, artères sectionnées,<br>patch, by-pass, pontages artères de chat                                           | Microscope           | 100 % perméabilité                      |
| GREEN             | 1966    | Micro-anastomoses expérimentales                                                                                                         | Microscope           | ?                                       |
| SADD              | 1966    | Anastomoses et greffes de petits vaisseaux                                                                                               | Microscope           | ?                                       |
| SMITH             | 1966    | Techniques de micro-anastomoses artères et veines                                                                                        | Microscope           | Non précisé                             |
| DONAGHY           | 1967    | Patches, by-pass, duplications micro-vasculaires                                                                                         | Microscope           | Excellent                               |
| HEDBERG           | 1967    | Sutures artères fémorales de chien. Dilatation<br>hydrostatique de l'artère                                                              |                      | Non précisé                             |
| CROWELL           | 1969    | Autogreffes microvasculaires, artères fémorales<br>de lapin                                                                              | Microscope           | 100 % perméabilité                      |
| YASARGIL          | 1969    | Toutes techniques : artères de rat, chien, chat,<br>lapin. Patches et anastomoses artères cérébrales                                     | Microscope           | Excellent                               |
| REICHMAN          | 1971    | Anastomose linguo-basilaire chez le chien                                                                                                | Microscope           | 87 % perméabilité                       |
| Série personnelle | 1972    | Réparation d'artères de rat - 0,6 à 1,5 mm                                                                                               | Microscope           | 88 % perméabilité                       |

TABLEAU II : METHODES DE NON-SUTURE (Adhésifs exceptés)

| Auteurs         |              | Appareillage                              | Applications expérimentales et humaines                          |
|-----------------|--------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| BLAKEMORE       | 1942         | Prothèses de vitallium                    | Plaies artérielles de guerre                                     |
| Auteurs russes  | 1945         | Staples de Tantale                        | Vaisseaux de 1,3 à 1,5 mm chez l'homme                           |
| SWENSON         | 1947         | Tube de fibrine                           |                                                                  |
| WEISS           | 1950         | Tube de Tantale                           |                                                                  |
| BIKFAVI         | 1953         | Fermeoir d'argent                         | Aorte de chien                                                   |
| ANDROSOV        | 1956         | Matériel russe                            | Artères humaines                                                 |
| EGDAHL          | 1956         | Tube métallique                           |                                                                  |
| INOKUCHI        | 1958         | Staples d'acier (type 22-A)               | Anastomoses termino-terminales chez l'animal                     |
| CARTER          | 1958         | Anneaux de polyéthylène                   | Anastomoses coronaires expérimentales                            |
| VOGELFANGER     | 1958         | Staples de Tantale                        | Aorte de porc                                                    |
| STERLING        | 1959         | Staples métalliques                       |                                                                  |
| TAKARO          | 1960         | Anneaux d'acier inoxydable                | Vaisseaux de 9 mm                                                |
| GOETZ           | 1961         | Anneaux de Tantale                        | Anastomoses coronaires expérimentales                            |
| HOLT            | 1961         | Anneaux de téflon                         |                                                                  |
| INOKUCHI        | 1961         | Staples d'acier (type 22-A)               | Anastomoses spléno-rénales humaines                              |
| RATON           | 1961         | Anneaux de nylon                          |                                                                  |
| ROHMAN          | 1961         | Anneaux de Tantale                        | Anastomoses coronaires                                           |
| URSCHEL         | 1961         | Prothèses d'acier et de tantale           | Anastomoses coronaires                                           |
| MALLINA         | 1962         | "American Stapler"                        | Vaisseaux de 1,5 à 3,8 mm                                        |
| NAKAYAMA        | 1962         | Anneaux d'acier inoxydable                | Vaisseaux de 1,5 à 4 mm chez l'homme                             |
| VOGELFANGER     | 1962         | Staples de Tantale                        | Vaisseaux de 2 à 5 mm                                            |
| GONZALES        | 1963         | Clip anastomotique                        |                                                                  |
| WILLIAMS-TAKARO | 1963         | Matériel russe                            |                                                                  |
| CAROLL          | 1964         | NRC - Stapler                             | Anastomoses coronaires                                           |
| REPLUMAZ        | 1964         | Nakayama                                  | Artères de chien                                                 |
| ZINGG           | 1964         | NRC - Stapler                             | Artères de chien                                                 |
| BEATTIE         | 1965         | Staples de Tantale                        | Artères de 1 à 2 mm                                              |
| SIGEL           | 1965         | Electrocoaptation                         | Artères et veines animales                                       |
| SUNDT           | 1965         | Greffon veineux enrobé de silicone        | Carotides et fémorales de chien                                  |
| KHODADAD        | 1966         | Nakayama - NRC Stapler - American Stapler | Artères de chien sous microscope                                 |
| BELLMAN         | 1967         | Nakayama - Appareillage russe             |                                                                  |
| STRULLY         | 1967         |                                           |                                                                  |
| SUNDT           | 1967<br>1969 | Clip-Graft                                | Artères de 2,5 mm à 4 mm y compris intra-crâniennes chez l'homme |

TABLEAU III : ADHESIFS

| Auteurs     |                    | Composition                                                                                                     | Produit                                                                        | Nature des travaux                                                                                    |
|-------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CARTON      | 1960-61<br>1962-65 | Méthyl-2 cyanoacrylate                                                                                          | Eastman 910 Monomer                                                            | Artères et veines de chien. Anévrismes intra-crâniens (15 cas)                                        |
| NATHAN      | 1960               | Méthyl-Alpha cyanoacrylate                                                                                      | AD/Here                                                                        | 39 aortes de chien (perméables, mais nécroses)                                                        |
| BERNHARD    | 1962               | Polyuréthane                                                                                                    |                                                                                | 50 artères de chien<br>90 % perméabilité                                                              |
| SELVERSTONE | 1962               | Polyvinyl-polyvinylédène chloride                                                                               | Selverstone mixture                                                            | Anévrismes intra-crâniens (13 cas)<br>Bons résultats                                                  |
| HAFNER      | 1963               | Méthyl-2 cyanoacrylate                                                                                          | Eastman 910 Monomer                                                            | Artères de chien                                                                                      |
| KLINE       | 1963               | Méthyl-2 cyanoacrylate                                                                                          | Eastman 910 Monomer                                                            | Toxicité sur le tissu nerveux                                                                         |
| MANAX       | 1963               | Méthyl-2 cyanoacrylate                                                                                          | Eastman 910 Monomer                                                            | 200 anastomoses artères de chien                                                                      |
| COE         | 1964               | Méthyl-2 cyanoacrylate                                                                                          | Eastman 910 Monomer                                                            | Thrombose tardive d'un anévrisme de la sylvienne                                                      |
| KHODADAD    | 1964               | Polychloroprène + résine phénolique                                                                             | Le Page's                                                                      | Artères de 35 chiens<br>Perméabilité : 38,1 %                                                         |
| SUGAR       | 1964               | EDH adhésive<br>Polyisocyanate + M <sub>2</sub> C <sub>1</sub>                                                  | Biobond                                                                        | Enrobage de 4 anévrismes. Bons résultats (12 mois de recul)                                           |
| TROUPP      | 1964               | Méthyl-2 cyanoacrylate                                                                                          | Eastman 910 Monomer                                                            | 47 artères de lapin : 11 perméables, 10 thromboses, 4 sténoses, 6 dilatations, 16 anévrismes          |
| ZINGG       | 1964               | Méthyl-2 cyanoacrylate<br>Polyuréthane - Résine Epoxy                                                           | Eastman 910 Monomer                                                            | Artères athéroscléreuses du lapin                                                                     |
| HOPPENSTEIN | 1965               | Méthyl-2 cyanoacrylate                                                                                          | Eastman 910 Monomer                                                            | Thrombose et anévrismes expérimentaux<br>Echec sur artères de 0,5 à 2 mm<br>Anévrismes intra-crâniens |
| INOUE       | 1965               | Alpha Ethyl cyanoacrylate                                                                                       | Aron Alpha A Sankyo                                                            |                                                                                                       |
| OTA         | 1965               | Alpha Ethyl cyanoacrylate                                                                                       | Aron Alpha A Sankyo                                                            |                                                                                                       |
| DUTTON      | 1966               | Méthyl-2 cyanoacrylate                                                                                          | Eastman 910 Monomer                                                            | Toxicité sur dure-mère, cerveau, nerf, carotides et saphènes de chat                                  |
| SACHS       | 1966               | Méthyl-2 cyanoacrylate                                                                                          | Eastman 910 Monomer                                                            | Rupture d'anévrisme sylvien au 3e jour                                                                |
| GOTTLOB     | 1967               | Méthyl-2 cyanoacrylate<br>Butyl cyanoacrylate<br>Alpha Ethyl cyanoacrylate                                      | Eastman 910 Monomer<br>Histoacryl N et L<br>Aron Alpha A Sankyo                | Aorte de rat<br>Anastomoses artérielles par manchon (histoacryl)                                      |
| MATSUMOTO   | 1967               | Tous cyanoacrylates                                                                                             |                                                                                | Vitesse de polymérisation<br>Méthode d'application                                                    |
| YODH        | 1967               | Méthyl-2 cyanoacrylate<br>Polyisocyanate + M <sub>2</sub> C <sub>1</sub><br>Ioplex<br>Alpha Ethyl cyanoacrylate | Eastman 910 Monomer<br>Biobond (EDH adhésive)<br>Ioplex<br>Aron Alpha A Sankyo | Toxicité comparative sur dure-mère, nerf optique, vaisseaux et cortex du chat                         |
| TSUCHIYA    | 1968               | Tous cyanoacrylates<br>Silastic RTV - 502                                                                       |                                                                                | Réactions inflammatoires sur cerveau et artères de lapin                                              |
| SUZUKI      | 1971               | Alpha Ethyl cyanoacrylate                                                                                       | Aron Alpha A Sankyo                                                            | Anastomoses artères de chien + shunt soluble = 70 % perméabilité                                      |

## II - TRAVAUX PERSONNELS

## A. NOTRE MATERIEL D'ETUDE ET TECHNIQUES D'ABORD

### 1. L'ANIMAL DE LABORATOIRE

utilisé au cours de cette expérimentation a été le rat blanc (variété VISTAR). Outre son faible prix de revient, la quantité quasi-illimitée qui en a été mise à notre disposition, le faible encombrement, le motif qui a guidé notre choix réside principalement dans la petite taille des troncs artériels abordables chez cet animal ainsi qu'une remarquable tolérance de ceux-ci à un clampage prolongé.

QUATRE TYPES D'ARTERES ont fait dans cette espèce l'objet de notre expérimentation :

- **Carotides primitives** abordées dans leur trajet cervical. Une cervicotomie médiane étendue du bord supérieur du sternum jusqu'à la mandibule autorise une parfaite visibilité des régions cervicales antérieures.

La peau est écartée latéralement à l'aide de fils de traction. L'incision de l'aponévrose cervicale superficielle découvre une glande salivaire volumineuse qui est écartée du côté opposé à l'artère que l'on se propose d'aborder. La veine jugulaire externe, en dehors, de gros calibre, sera respectée. Elle constitue chez cet animal la principale voie de drainage et pourra être utilisée au cours de l'exercice chirurgical.

La carotide se projette dans l'aire du triangle musculaire constituée par des muscles prétrachéaux en dedans, le sterno-cleïdomastoïdien en dehors et en bas et l'omo-hyoïdien en dehors et en haut. Ces muscles sont à leur tour écartés à l'aide de fils de traction et la dissociation de l'aponévrose cervicale moyenne découvre la carotide contenue dans la gaine viscérale qu'elle partage avec le nerf vague et de petits éléments veineux.

L'incision de la gaine provoque souvent la hernie de l'artère battante autour de laquelle il est possible de passer une fine lacette. Une douce traction sur le vaisseau permet la mise en évidence d'adhérences lâches avec le nerf vague qui seront sectionnées.

En poussant la dissection en amont et en aval, on peut isoler un segment vasculaire d'environ 3 cm de long et pratiquement vierge de toute collatérale.

Son calibre ne dépasse pas à ce niveau 1 mm. La mise en place de deux clips de Scoville, l'un proximal et l'autre au ras de la bifurcation exclut l'artère de la circulation sur une distance de 2 cm et autorise un geste chirurgical exsangue.

- **L'aorte abdominale** est abordée dans son segment infra-rénal par une grande laparotomie médiane.

L'incision de la paroi musculaire et du péritoine pariétal donne issue aux anses intestinales qui sont enveloppées dans une compresse humide et placées sur le flanc droit de l'animal.

L'incision du péritoine pariétal postérieur à la racine du mésentère découvre l'axe aorto-cave.

La dissociation des deux vaisseaux est alors particulièrement délicate : la paroi de la veine cave est volontiers très fragile et toujours adhérente à l'adventice aortique et les risques de plaie veineuse difficilement contrôlables viennent limiter les possibilités d'isolement de l'aorte sur une distance supérieure à 2 cm.

La contiguïté des deux vaisseaux constitue cependant un dispositif se prêtant éminemment à la réalisation de certains gestes de microchirurgie reconstructrice.

Le calibre moyen de l'aorte du rat en aval des artères rénales se situe entre 1,5 et 2 mm.

- **L'artère iliaque primitive** est abordée par une laparotomie basse permettant la visualisation de la bifurcation aortique et la préparation d'un segment artériel long de 2 cm. Son calibre est comparable à celui de la carotide primitive.

- **L'artère fémorale**, malgré un abord aisé par une incision parallèle à l'axe de la cuisse et débordant légèrement en haut sur l'arcade crurale, se prête assez peu aux gestes micro-chirurgicaux : plus que son calibre vraiment très réduit (0,6 mm environ), son extrême susceptibilité aux manipulations instrumentales entraînant un spasme immédiat et ses nombreuses ramuscules musculaires sont des obstacles difficiles à surmonter tant au cours de la dissection qu'au cours du geste microchirurgical.

## 2. INSTRUMENTATION

Le principal auxiliaire de cette expérimentation chirurgicale a été le **microscope opératoire**. Nous avons utilisé au cours de ce travail le Diploscope binoculaire (ZEISS) permettant l'exécution de l'intervention à deux opérateurs et se prêtant éminemment à cette chirurgie de surface ne nécessitant pas d'importants déplacements de l'appareil.

Comme les autres types de microscopes opératoires, le diploscope est muni de 5 graduations indiquant autant de degrés de magnification (6, 10, 16, 25 et 40).

Le grossissement effectif est en fait fonction de la distance focale (focale variable) à laquelle on se place pour opérer et du grossissement de l'oculaire utilisé.

Ainsi, pour un oculaire 12,5 x et pour une distance focale de 200 mm, on obtiendra une magnification de x 4 à la graduation 6, de x 6 à la graduation 10, de x 10 à la graduation 16, de x 16 à la graduation 25 et de x 25 à la graduation 40.

Avec un oculaire x 20, l'importance de la magnification obtenue correspondrait exactement aux chiffres indiqués sur les graduations pour une focale de 200 mm.

Le microscope est mis en place dès l'incision cutanée. La magnification utilisée au cours de notre expérimentation animale a varié selon les temps opératoires. Si pour l'abord et la dissection du vaisseau,

des grossissements de x 6 ou x 10 nous ont paru suffisants, il nous a fallu utiliser des grossissements de x 16 ou x 25 pour les temps d'artériotomie et de suture.

**Les instruments chirurgicaux** utilisés sont ceux répondant aux principes généraux de la microchirurgie, préconisés depuis 1960 par JACOBSON et dont certains ont été dessinés plus tard par YASARGIL.

L'expérimentation animale ne nécessite qu'un minimum d'instruments, parmi lesquels sont réellement indispensables :

- deux pinces à disséquer fines en baïonnette (FISCHER, FREIBOURG, R.F.A.),
- une paire de microciseaux droits ou courbes en baïonnette (AESCULAP, TUTTLINGEN, R.F.A.),
- un micro-porte-aiguille à ressort avec ou sans verrouillage (AESCULAP, TUTTLINGEN, R.F.A.),
- deux clips de Scoville du modèle 1 cm/1 mm,
- des fragments de lame de rasoir pour réaliser les artériotomies,
- enfin, du matériel de chirurgie courante pour les temps cutanés.

Nous n'avons pas utilisé le cathéter en silastic destiné à être introduit dans la lumière artérielle et dont YASARGIL défend le principe, ni le coagulateur bipolaire de MALIS qui nous a semblé ici superflu, malgré le progrès important qu'il constitue en chirurgie humaine.

**Matériel de suture** : dans les cas où nous avons fait appel aux procédés de microsuture, nous avons utilisé l'ETHICON monofilament nylon 8, 9 et 10-0, ce dernier étant réservé aux artères de moins de 1 mm.

### 3. TOUS NOS ANIMAUX ONT ETE OPERES SOUS ANESTHESIE GENERALE :

Un sommeil profond est obtenu par administration intra-péritonéale de NEMBUTAL (ABBOT) à l'aide d'une aiguille hypodermique introduite dans le flanc de l'animal.

Une dose de 1,5 ml par kg de poids, diluée dans deux fois son volume de sérum physiologique nous a semblée nécessaire pour assurer une anesthésie débutant dix minutes environ après l'injection, prolongée pendant deux heures ainsi qu'un réveil rapide de l'animal dès la fin de l'intervention.

Le rat endormi est installé en décubitus dorsal sur une planchette garnie de crochets permettant la fixation des fils de traction.

Au cours des suites opératoires, aucune thérapeutique spéciale n'est administrée, en particulier, nous n'avons pas employé les anticoagulants préconisés par URSCHEL et MANAX.

## B. MICROSUTURES EXPERIMENTALES

### 1. PRINCIPES GENERAUX D'APPLICATION DES SUTURES SUR DES ARTERES DE CALIBRE INFERIEUR A 2 mm

Aux principes fondamentaux de la chirurgie artérielle en général, édictés depuis JASSINOWSKI, puis repris et perfectionnés par CARREL, qui veulent qu'une suture soit étanche, non sténosante et non thrombogène, répondent une série d'impératifs techniques encore plus sévèrement applicables aux petites artères (JACOBSON 1960, SMITH et COBETT 1966, KHODADAD et LOUGHEED 1966, YASARGIL 1969).

L'artère doit être soigneusement préparée entre deux clamps d'hémostase temporaire et avec une **dissection économique de l'adventice**. Les travaux expérimentaux de SMITH sur la microcirculation des vaisseaux sanguins ont en effet démontré que l'adventice était le principal support anatomique des vasa-vasorum artériels et que sa dilacération risquait de mettre en péril la vitalité du segment vasculaire disséqué. Ceci n'est pas applicable aux veines qui comportent un double réseau de vascularisation.

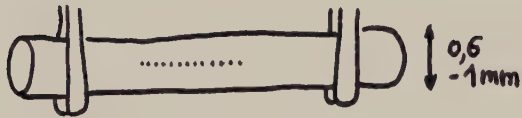
L'artériotomie doit être franche et **intéresser d'emblée toute la paroi artérielle**. Nous avons personnellement utilisé un fragment de lame de rasoir tenu par une pince permettant l'obtention d'un orifice punctiforme par lequel est évacué le sang stagnant entre les deux clips et à partir duquel l'artériotomie est agrandie selon les besoins grâce aux microciseaux droits.

Au cours de l'application des sutures, l'aiguille doit perforer **toute la paroi artérielle**, évitant ainsi qu'un fragment d'intima reste libre dans la lumière et soit un point d'appel à une thrombose ultérieure. L'aiguille sera appliquée perpendiculairement au grand axe du vaisseau en évitant formellement la préhension directe des lèvres de l'artériotomie entre les extrémités de la pince à disséquer. A cet effet, YASARGIL propose l'utilisation d'une aiguille à injection dont l'extrémité, qui aurait été taillée en fourche ("micro-fork"), est appliquée au niveau de l'endartère et exerce sur le vaisseau une pression inverse à celle du porte-aiguille, permettant ainsi la perforation de la paroi sans traumatisme supplémentaire.

La **quantité de paroi artérielle chargée** par l'aiguille sera la plus faible possible, de façon à limiter au maximum l'installation d'une sténose. L'idéal est que l'aiguille soit visible par transparence à travers les tuniques (SMITH, KHODADAD).

Il est nécessaire à l'étanchéité des sutures d'appliquer 3 à 4 points par mm, mais plus encore que le nombre de points, c'est l'**équidistance** entre chacun d'entre eux qui importe (YASARGIL).

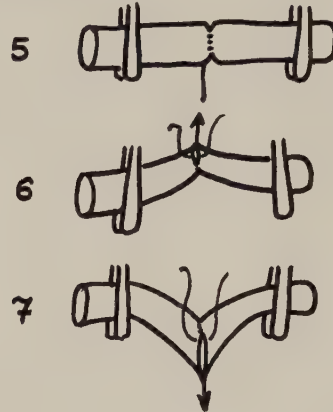
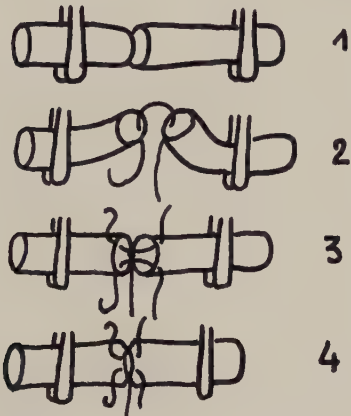
### A. Longitudinale



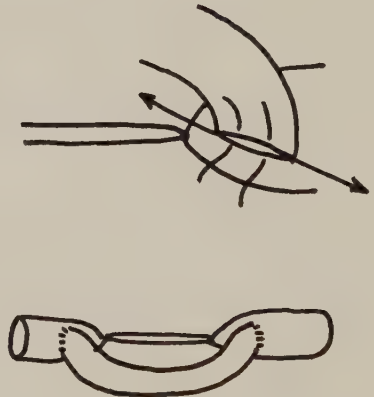
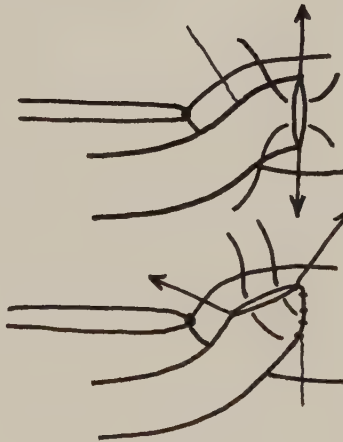
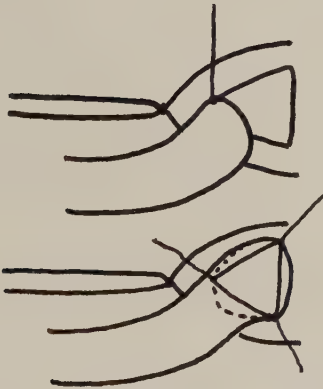
### A. Transversale



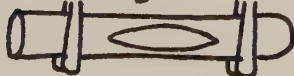
### Section transversale



### By-pass aorto-aortique



### VCI



### AO

### Patch

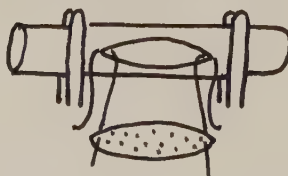


Schéma 1 : Techniques de microsutures (travaux personnels).

Au cours de l'application des points, l'on devra éviter tout contact du matériel de suture avec le sang risquant de provoquer l'introduction de micro-caillots dans la lumière artérielle, source de thrombose ultérieure. La réalisation d'un geste chirurgical rigoureusement **exsangue** constitue une condition impérative à la perméabilité du montage. A ce titre, outre la mise en place préalable de deux clips d'amont et d'aval permettant d'obtenir une hémostase temporaire, il est essentiel, dès la réalisation de l'artériotomie, d'évacuer complètement le sang séquestré dans le segment artériel exclu.

Le **type même de la suture à employer** (continue ou à points séparés) variera en fonction du montage que l'on se propose de réaliser. Une suture continue par surjet présente l'avantage de la rapidité, mais comporte un inconvénient hémodynamique majeur ; celui de laisser en place un matériel dont les caractères d'inextensibilité sont transmis à la paroi (KHODADAD).

Le **serrage des noeuds** doit s'effectuer exclusivement aux instruments et avec la force nécessaire pour assurer un simple affrontement des berges artérielles, prévenant ainsi tout risque d'éversion et surtout d'inversion d'adventice dans la lumière, ainsi que la rupture du fil. Trois noeuds droits par point sont nécessaires lorsque l'on utilise le nylon monofil.

Enfin, il nous a semblé qu'au cours de ces manoeuvres, l'utilisation d'un faible grossissement (x 6 ou x 10) facilitait la visibilité et la préhension du bout distal du fil qui restait en dehors du champ microscopique avec la magnification x 16 ou x 25 utilisée pour le passage de l'aiguille. La **section des brins** s'effectue au ras du noeud de façon à éviter que des brins trop longs viennent gêner les manoeuvres ultérieures, sauf évidemment dans les cas où ceux-ci sont utilisés comme tracteurs.

Enfin, il est essentiel durant toute l'intervention de pratiquer fréquemment une **irrigation** du champ opératoire à l'aide de sérum physiologique afin de prévenir le dessèchement de l'artère volontiers aggravé par la source de chaleur du microscope.

## 2. REPARATION D'UNE ARTERIOTOMIE LONGITUDINALE

L'artère utilisée a été le plus souvent la carotide. Dans quelques cas, nous avons réalisé ce type d'intervention au niveau de l'iliaque ou de la fémorale.

Le vaisseau doit être soigneusement préparé sur une distance d'au moins 2,5 cm à 3 cm, les clamps hémostatiques sont alors appliqués le plus à distance possible l'un de l'autre.

L'amorce de l'artériotomie est obtenue par une pression de la lame de rasoir effectuée selon le grand axe de l'artère. Elle est complétée en amont et en aval par la technique habituelle jusqu'à l'obtention d'une incision de 5 à 10 mm de long.

L'artériotomie garde ici du fait de son orientation un aspect linéaire. Deux points primaires sont mis en place aux deux extrémités de l'incision. Les autres points sont alors appliqués à intervalles réguliers (3/mm), la suture étant facilitée par l'introduction dans la lumière des extrémités légèrement écartées d'une pince fine permettant de dissocier les deux berges normalement affrontées. Grâce à cet artifice, il ne nous a pas semblé indispensable d'utiliser le cathéter en T préconisé par YASARGIL qui présente cependant l'avantage de distendre l'artère au niveau de l'incision et de permettre une irrigation dans la lumière grâce au tube branché sur le cathéter principal.

KHODADAD préconise l'utilisation d'une suture continue par surjet pour la réparation d'artériotomies longitudinales.

Nous avons dans quelques cas utilisé cette technique : elle ne nous a pas semblé comporter d'avantage majeur, si ce n'est peut-être un gain de temps modéré. Nous avons par contre été gênés au cours de l'application du noeud terminal, le juste milieu entre un surjet trop lâche et non étanche et un surjet trop serré et alors sténosant, nous ayant semblé difficile à déterminer.

Nous avons réalisé 9 réparations d'artériotomies longitudinales, dans des délais variant entre dix et trente minutes selon la longueur de l'incision artérielle considérée.

### 3. REPARATION D'UNE ARTERIOTOMIE TRANSVERSALE

Ce type d'intervention a été en général réalisé sur l'une des deux carotides primitives au cou.

Il n'est pas ici nécessaire de préparer l'artère sur une grande distance, son isolement sur 1 à 1,5 cm étant en général suffisant.

La réalisation de l'artériotomie peut se faire selon deux procédés :

- soit directement par application à son contact d'un fragment de lame de rasoir, mais bien souvent dans ce cas, l'artère roule sous la lame plutôt que de se laisser inciser,
- soit plus volontiers, par incision de la paroi antérieure du vaisseau présentée à la lame grâce à un fil de traction passé à travers elle.

L'incision amorcée par la lame de rasoir est alors étendue de chaque côté aux ciseaux de façon à obtenir une artériotomie intéressant toute la largeur de la carotide (1 mm). Celle-ci prend un aspect ovalaire du fait de la rétraction spontanée des berges.

Après évacuation du sang restant, la fermeture de l'artériotomie débute par l'application de deux points à chacune des extrémités de l'incision, plutôt que par l'application d'un point en son centre qui affronte les lèvres de l'artériotomie et gêne la vision des berges.

La suture est dès lors complétée par l'application de trois à quatre points séparés, dans l'espace ménagé entre les deux premiers. La mise en place du dernier point central est souvent délicate et peut nécessiter une douce traction à partir des deux fils adjacents afin d'éviter l'embrochement par l'aiguille de la paroi postérieure du vaisseau.

La pratique de ce type de réparation artérielle, que nous avons réalisé 9 fois, ne nécessite guère plus de dix minutes.

### 4. RECONSTITUTION D'UNE ARTERE SECTIONNEE TRANSVERSALEMENT

Cette technique nécessite l'utilisation d'une artère assez flexueuse pour éviter une rétraction trop importante des deux bouts artériels.

Dans notre étude, ce geste a été réalisé exclusivement sur la carotide primitive.

Après préparation du vaisseau sur trois centimètres et mise en place des deux clips hémostatiques, l'artère est sectionnée transversalement à mi-chemin entre les deux clips à l'aide des microciseaux droits.

La rétraction des deux bouts est habituellement peu importante et n'est pas une entrave à la réalisation d'une anastomose termino-terminale.

En cas de rétraction majeure, KHODADAD, travaillant sur des artères de chien propose l'utilisation de 2 clamps Bulldogs solidarisés par une barette métallique et assurant à la fois une hémostase temporaire et un affrontement des extrémités artérielles.

Nous avons utilisé la méthode de **biangulation asymétrique de COBETT**, rapportée en 1966 par SMITH :

Un premier point primaire solidarise les deux murs postérieurs des deux bouts artériels, rendus visibles en introduisant dans la lumière les extrémités légèrement écartées d'une pince fine. Les brins de ce premier point qui serviront de tracteurs au cours des manoeuvres ultérieures sont sectionnés à environ 3 cm du noeud.

Deux autres points primaires sont alors appliqués sur le mur antérieur de l'artère à 120° l'un de l'autre et du point primaire postérieur.

La terminaison de l'anastomose revient alors à réaliser la fermeture de trois artériotomies transversales séparées par ces trois points primaires.

Dans un premier temps sont appliqués deux à trois points au niveau de l'aspace ménagé entre les deux points primaires antérieurs.

Dans un deuxième temps, l'utilisation du point primaire postérieur comme tracteur, en donnant à l'artère un discret mouvement de torsion sur son axe, permet de présenter les deux autres espaces séparant points primaires antérieurs et point primaire postérieur, et d'y appliquer les points secondaires.

Cette manoeuvre a en outre l'intérêt de permettre la visibilité de la suture antérieure déjà réalisée, par sa face profonde, et d'éviter son embrochage involontaire.

SMITH rapporte l'utilisation de cette technique de microanastomose termino-terminale par COBETT à la suite d'une section traumatique d'artère tibiale postérieure et par GOLDWYN dans la réparation d'une artère digitale sectionnée au niveau du pouce.

Comme le souligne KHODADAD, l'utilisation d'une suture continue par surjet au niveau d'une microanastomose termino-terminale est illogique et dangereuse. Elle aboutit en effet à la constitution d'un anneau inextensible compromettant définitivement l'élasticité artérielle et préjudiciable à une hémodynamique normale.

CHASE, SEYMOUR et SCHWARTZ utilisent cependant cette technique au cours de la reconstitution d'artères brachiales de chien sectionnées transversalement et obtiennent ainsi 25 cas de perméabilité sur 34, vérifiés au 14e jour par révision du foyer opératoire.

CROWELL et YASARGIL (1969), YASARGIL (1969) utilisent dans ce type de montage ou au cours de l'interposition d'un autogreffon veineux la suture à points séparés, simples ou en U. Le taux de perméabilité est de 100 % sur des carotides et des fémorales de lapin.

Dans les six cas où nous avons réalisé ce genre de microsuture, nous avons utilisé les points séparés à raison de neuf points pour toute la circonférence artérielle, habituellement suffisants pour garantir l'étanchéité.

Un détail technique mérite d'être souligné car c'est lui qui, à notre avis, conditionne le succès de l'anastomose : il s'agit de la mise en place du premier point primaire sur le mur postérieur du vaisseau et de son **utilisation ultérieure comme tracteur**. Cet artifice nous a dispensé de l'utilisation du tube de silastic en T dont YASARGIL utilise la branche extra-vasculaire pour imprimer au vaisseau le mouvement de rotation permettant la visibilité de la face postérieure de l'artère.

## 5. MONTAGE DE BY-PASS AORTICO-AORTIQUE A L'AIDE D'UN HOMOGREFFON OU AUTO-GREFFON CAROTIDIEN

La technique que nous avons utilisée est celle que KHODADAD et LOUGHEED ont expérimentée avec succès sur 15 carotides et fémorales de chat, avec cette différence que les auteurs utilisent un greffon veineux.

Ce type d'anastomose requiert une dextérité plus poussée et trois temps opératoires successifs :

- **Dans un premier temps est réalisé le prélèvement du greffon carotidien**

L'abord de celui-ci se fait selon la technique habituelle décrite plus haut, soit chez l'animal-même qui subira le deuxième temps opératoire, soit plus volontiers chez un autre rat afin de ne pas prolonger excessivement la durée de l'anesthésie.

Après libération de la carotide primitive jusqu'à la bifurcation et isolement d'un segment de 2,5 cm entre deux ligatures, l'artère est d'abord sectionnée en aval au ras de la ligature distale selon un angle aigu d'environ 20° avec l'axe du vaisseau.

Un fil de traction 10-0 est immédiatement passé alors sur la paroi postérieure du greffon.

Le prélèvement est complété selon la même technique à l'extrémité proximale où est également placé un fil de traction.

La lumière du greffon est alors soigneusement rincée et placée dans une solution de sérum physiologique, les fils de traction permettant le repérage de chacune de ses extrémités.

- **Dans un deuxième temps**, est abordée par laparotomie l'aorte abdominale jusqu'à sa bifurcation. Il est nécessaire de disséquer l'artère sur deux centimètres avant d'appliquer les clips hémostatiques habituels.

Le tiers moyen du segment artériel ainsi isolé est à son tour exclu grâce à deux ligatures étagées au fil 8-0. Cette exclusion du segment aortique shunté n'est pas imposée par un impératif technique mais permettra d'affirmer que la survie éventuelle de l'animal est bien sous la dépendance exclusive du by-pass.

- Le **by-pass** se proposera d'anastomoser les deux moignons artériels respectivement situés entre clip d'amont et ligature d'amont et ligature d'aval et clip d'aval.

Sur chacun de ces moignons est réalisée une perte de substance artérielle d'aspect triangulaire d'environ 2 mm de longueur et dont le sommet est orienté en direction de l'extrémité borgne du moignon. LAZZARINI-ROBERTSON préconise en effet ce type d'artériotomie au cours des anastomoses termino-latérales et lui donne la préférence sur les artériotomies circulaires ou elliptiques à la valeur hémodynamique moindre.

KHODADAD se déclare satisfait de la simple artériotomie transversale qui a l'intérêt d'être spontanément béante du fait de la rétraction artérielle et condamne l'artériotomie longitudinale dont les berges restent accolées et sera par là préjudiciable au bon fonctionnement ultérieur du by-pass.

YASARGIL propose la pratique d'artériotomies elliptiques, au cours de by-pass sur l'aorte du rat.

Quoi qu'il en soit, la réalisation du by-pass doit commencer par une anastomose latéro-terminale entre le moignon supérieur aortique et l'une des deux extrémités du greffon carotidien.

Le fil de traction laissé en place sur ce dernier est passé à travers la paroi aortique au niveau de l'extrémité inférieure de l'artériotomie et après serrage du noeud, le fil sera sectionné à environ 3 cm. Le même procédé est utilisé pour suturer la paroi antérieure du greffon aux angles supérieurs de l'artériotomie.

Les 3 fils de traction ainsi obtenus permettent aisément la présentation et la suture des trois côtés du triangle anastomotique à l'aide de deux à trois points séparés chaque fois.

Il est essentiel à ce stade de vérifier la perméabilité et l'étanchéité de la bouche anastomotique supérieure ainsi réalisée par une levée temporaire du clip d'amont qui doit normalement donner issue à un jet sanguin systolique par le bout distal du greffon.

Après remise en place du clip, le montage est complété par l'anastomose termino-latérale du greffon carotidien et du moignon aortique inférieur, selon la même technique.

L'ablation des clips permet alors de vérifier l'efficacité du by-pass qui normalement à ce stade se gorge de sang et est animé de battements systoliques.

Notre expérience en matière de micro-by-pass est encore limitée. Nous en avons à ce jour réalisé 9.

## 6. REPARATION D'UNE PERTE DE SUBSTANCE AORTIQUE A L'AIDE D'UN AUTOGREFFON DE VEINE CAVE INFÉRIEURE (PATCH)

L'abord aisé par voie transpéritonéale de l'axe aortico-cave chez le rat, ainsi que la contiguïté des deux vaisseaux constitue un dispositif anatomique privilégié se prêtant éminemment à la réalisation de gestes de microchirurgie vasculaire.

L'application d'un patch veineux sur l'aorte abdominale comporte trois temps :

- **Préparation d'un segment aortique** long de 2 cm et réalisation à sa partie moyenne d'une artériotomie ovale de 1 cm orientée selon le grand axe du vaisseau à l'aide des microciseaux courbes.

- **Préparation du greffon veineux**

La veine cave adjacente est préparée sur une égale distance. Cette dissection est particulièrement délicate, la paroi veineuse est fine et fragile et des manipulations très douces ne préviennent pas toujours la rupture.

Deux ligatures sont appliquées sur la veine en regard des clips placés sur l'artère et une incision transversale très courte est pratiquée à proximité d'une des deux ligatures.

Un fil 9 ou 10-0 est immédiatement placé sur la berge opposée à la ligature. Ce fil utilisé comme tracteur présente l'incision aux ciseaux courbes qui découpent ainsi un greffon veineux de même surface que le défaut artériel.

Mais il est cependant souhaitable que les extrémités du greffon veineux soient légèrement plus larges et plus arrondies que la perte de substance artérielle au niveau de laquelle on se propose de le suturer (KHODADAD). Un deuxième fil repère l'extrémité opposée du patch.

- **Suture du greffon veineux**

Après avoir fait effectuer une rotation de  $180^\circ$  au grand axe du patch, celui-ci est appliqué sur l'artère et suturé par ses deux extrémités.

Il importe alors pour éviter l'enroulement du greffon sur lui-même de placer deux points opposés situés à  $90^\circ$  et à égale distance des deux points d'angle.

Il devient ainsi relativement aisé de compléter l'application du greffon en plaçant quelques sutures séparées entre chacun des quatre premiers points.

YASARGIL souligne l'importance de certains détails techniques dans la réalisation de ce montage :

- passage de l'aiguille dans le sens patch → paroi artérielle,
- traction sur le fil exécutée selon une direction horizontale afin d'éviter tout tiraillement sur la paroi veineuse aboutissant à l'élargissement de l'orifice créé par l'aiguille,
- utilisation de points séparés sur les patches de moins de 4 mm et de surjets pour les patches plus longs.

Le principe du patch, dont CRAWFORD, BEALL, ELLIS et De BAKEY avaient en 1960 souligné l'intérêt pour préserver la perméabilité de vaisseaux de petit et moyen calibre, constitue pour YASARGIL un artifice technique indispensable dans la réparation de simples artériotomies longitudinales sur des vaisseaux dont le diamètre est inférieur à 2,5 mm, non pas tant pour augmenter le calibre artériel que pour maintenir un calibre normal.

L'auteur a également utilisé ce procédé au cours d'anastomoses termino-terminales, au cours de réparations d'artériotomies du tronc basilaire et de l'artère sylvienne chez le chien.

### C. METHODES DE NON-SUTURE

Parallèlement à l'expérimentation des techniques de microsuture sur les artères du rat et conscients des servitudes de la méthode, notamment sur le plan du temps d'exclusion artérielle imposé, nous nous sommes attachés à tester la valeur de certains procédés de non-suture au niveau d'artériotomies variées chez le même animal, tout en conservant le bénéfice technique du microscope.

NOUS AVONS UTILISE DEUX PROCEDES différents faisant intervenir :

- l'un les vertus hémostatiques d'un enrobage artériel à l'aide d'un matériel synthétique (manchon de SILASTIC),
- l'autre les propriétés adhésives des dérivés de N-Alkyl-cyanoacrylates.

Grâce à ces méthodes, nous avons pu obtenir une diminution appréciable du temps de clampage artériel. Par contre, il ne nous a pas été possible avec elles d'envisager la réalisation de montages plus complexes que la fermeture d'artériotomies simples.

La littérature est particulièrement riche en publications faisant état de ce genre de tentatives, tant en ce qui concerne l'expérimentation animale et quelques applications humaines des "STAPLERS" et de leurs dérivés, que pour le problème de l'emploi en chirurgie vasculaire des N-Alkyl-cyanoacrylates et d'autres colles biologiques (tableaux II et III).

#### 1. ENROBAGE D'UNE ARTERIOTOMIE TRANSVERSALE OU LONGITUDINALE A L'AIDE D'UN MANCHON DE SILASTIC (TECHNIQUE DU "MESO") (schéma II).

La carotide ou l'aorte du rat est préparée selon la technique habituelle sur une distance de 2 cm en prenant un soin tout particulier à la dissection de la face postérieure du vaisseau.

A la mise en place des deux clips hémostatiques temporaires succède la réalisation d'une artériotomie transversale ou longitudinale (1 mm et 5 mm respectivement).

Une mince lame de silastic (manchon à nerf utilisé au cours d'anastomoses nerveuses) est alors glissée sous le vaisseau de façon à déborder largement de part et d'autre la paroi postérieure de celui-ci.

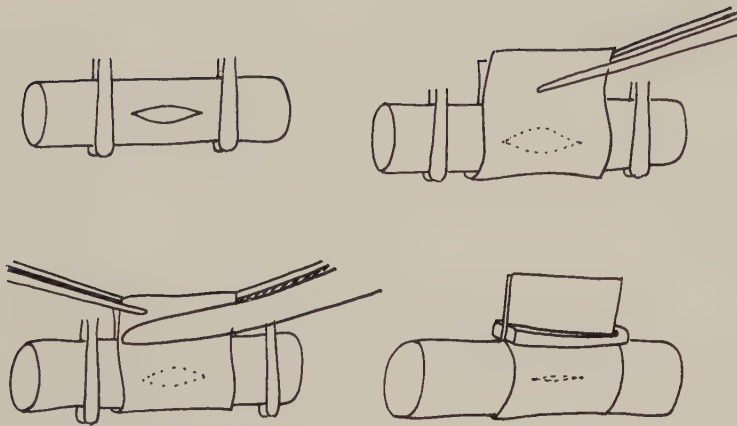


Schéma 2 : Technique du "MESO"

Les deux extrémités du manchon sont alors saisies avec la micropince de façon à le faire pivoter dans un sens ou dans un autre, par rapport à l'axe de l'artère afin d'éviter la coïncidence de l'artériotomie et de la zone d'accolement du futur méso. En effet, le fragment de silastic se présente alors exactement comme un méso autour d'une anse intestinale, sa transparence autorisant une parfaite vision de l'artériotomie sous-jacente.

Après s'être assuré que celle-ci se trouve à égale distance des bords supérieur et inférieur du manchon, un clip ordinaire est appliqué parallèlement au vaisseau de façon à solidariser les deux bords libres du méso ainsi constitué.

Il nous semble utile d'insister sur certains détails techniques conditionnant le succès de la méthode :

- La **longueur du manchon** doit être choisie en fonction de la taille et de l'orientation de l'artériotomie pratiquée : si pour une incision transversale, un "méso" de moins de 5 mm semble suffisant, les incisions longitudinales requièrent l'utilisation d'un "méso" dont la longueur sera égale à au moins deux fois celle de l'artériotomie.

- Il est essentiel d'imprimer au manchon, avant sa fermeture, une **rotation** de 90° de façon à entrevoir à travers lui l'incision artérielle.

- Ceci permet l'application adéquate du clip et évite tout risque d'inclusion de paroi artérielle entre ses mâchoires.

- Outre la nécessité d'appliquer le clip selon un axe rigoureusement parallèle à celui de l'artère, il nous a semblé qu'il était préférable de pratiquer sa mise en place non **pas exactement au contact de l'artère**, mais à quelques dixièmes de millimètres de celle-ci afin d'éviter une sténose qui surviendrait dès l'ablation des clips d'hémostase temporaire, l'artère reprenant alors son calibre normal. Dans cette éventualité, il est d'ailleurs possible de rectifier sous contrôle microscopique la position du clip jusqu'à l'obtention d'un calibre artériel identique à celui d'amont et d'aval.

- En cas d'artériotomie de plus de 3 mm, nous avons dû avoir recours à l'utilisation de **deux clips** étagés se faisant face par leurs extrémités respectives.

Le mécanisme de l'hémostase obtenue par ce procédé semble mettre en jeu les facteurs de la pression artérielle plaquant la paroi vasculaire contre le manchon et que SUNDT utilisait en 1965 pour obtenir l'hémostase de pertes de substance artérielle chez le chien à l'aide d'un cylindre de silicone multiperforé garni d'un greffon veineux autologue.

L'auteur obtient ainsi un taux de perméabilité de 90,3 % et ce succès l'incite ultérieurement à concevoir un clip de Mayfield modifié et garni d'une prothèse qui deviendra le clip-graft faisant intervenir des mécanismes d'hémostase similaires.

La méthode du méso, que nous avons appliquée 10 fois, ne nous a jamais imposé un temps de clampage artériel supérieur à 5 mn.

## 2. FERMETURE D'UNE ARTERIOTOMIE LONGITUDINALE A L'AIDE DE COLLE BIOLOGIQUE (ALPHA-ETHYL-CYANOACRYLATE ET BUTYL-CYANOACRYLATE)

Pour être applicable en chirurgie humaine et à fortiori en chirurgie intra-crânienne, un adhésif biologique se doit de présenter diverses propriétés garantissant son innocuité et son efficacité à long terme :

- **Non toxicité** pour les tissus vivants entrant en contact avec lui,
- **Adhérence** rapide et définitive,
- Présentation **stérile**.

Si l'on envisage maintenant l'utilisation de ces substances en chirurgie vasculaire, d'autres impératifs se surajoutent à ceux précédemment édictés :

- **Etanchéité** du polymère,
- **Flexibilité** persistant à long terme, et évitant toute agression mécanique de la paroi causée par le durcissement du matériel adhésif,
- Présentation autorisant l'application de **faibles quantités** d'adhésif et permettant d'éviter son irruption dans la lumière vasculaire,
- **Persistance** indéfinie au niveau de la brèche vasculaire colmatée prévenant tout risque d'hémorragies tardives,
- Adhésion **rapide**.

L'exigence de ces critères doit être encore plus absolue dans le cadre d'une chirurgie des petits vaisseaux.

Actuellement de nombreux produits ont été mis au point et ont été testés en chirurgie artérielle avec des résultats variables : parfois encourageants (CARTON 1960 - 1961, SELVERSTONE 1962, BERNHARD 1962, HAFNER 1963, MANAX 1963, GOTTLÖB 1967, SUZUKI 1971), parfois au contraire décevants ou même dramatiques dans quelques cas d'enrobages d'anévrismes intra-crâniens, sièges d'une rupture secondaire par ulcération pariétale (CARTON 1962, COE et BONDURANT 1964, HOPPENSTEIN 1965, SACHS 1966).

Parallèlement, les travaux menés chez l'animal permettaient d'apprécier la toxicité comparée de ces adhésifs sur le tissu nerveux, les méninges et les parois vasculaires (KLINE 1963, HOPPENSTEIN 1965, MATSUMOTO 1967, YODH 1967, TSUCHIYA 1968).

Notre choix s'était initialement porté sur le produit Aron-Alpha-A-SANKYO composé de 98 % d'Alpha-Ethyl-Cyanoacrylate associé à un agent épaississant et à 2 % d'inhibiteur.

L'expérimentation menée par YODH et WRIGHT semble en effet démontrer la supériorité de ce type de colle à l'adhésivité rapide, à la persistance indéfinie en milieu biologique, à la faible toxicité, comparativement à d'autres groupes (Méthyl-2-Cyanoacrylate ou Eastman 910 Monomer, EDH-Adhesive ou Biobond). Plus récemment nous avons eu recours au dernier né de ces produits : le Butyl 2 Cyanoacrylate Monomer (HISTO-ACRYL N et L) disponible sous deux formes, l'une de polymérisation rapide, l'autre de polymérisation lente.

Nous avons utilisé ce type de fermeture sur la carotide primitive et sur l'aorte abdominale.

Après réalisation d'une artériotomie longitudinale, dont les bords restant spontanément accolés s'opposent à l'irruption de l'adhésif dans la lumière, une faible quantité de celui-ci est déposée au contact de l'incision, par pression sur le flacon. Les secondes qui suivent sont employées au badigeonnage des lèvres de l'artériotomie à l'aide d'une pince mousse ou de la face convexe de ciseaux courbes, en évitant le contact de l'adhésif avec les mâchoires des clips d'hémostase.

L'ablation des clips d'hémostase temporaire peut se faire une minute après l'apposition de l'adhésif, sa polymérisation étant à ce stade complète.

Il apparaît délicat au cours de ces manoeuvres de prévenir l'introduction de la colle dans la lumière artérielle. L'utilisation d'un micro-clamp pour clamage tangentiel du vaisseau permettrait peut-être de résoudre ce problème.

Il y a lieu cependant d'envisager à l'avenir le couplage de ce procédé avec d'autres techniques de fermeture ayant déjà fourni la preuve de leur efficacité (sutures, patch, meso).

## D. RESULTATS

Dans l'appréciation des résultats de cette expérimentation, nous avons pris en considération, non seulement les notions d'hémostase et de perméabilité à court terme apportées par l'examen direct des vaisseaux à la fin de l'intervention mais surtout le problème de la perméabilité à long terme des artères opérées, par des contrôles angiographiques et des examens histologiques permettant seuls d'évaluer la place respective qu'il convient d'assigner à chacune de ces méthodes dans la chirurgie des petites artères.

### 1. MOYENS D'APPRECIATION DES RESULTATS

- **Le résultat immédiat** de l'intervention peut être apprécié de visu dès l'instant où le dernier geste de suture ou d'anastomose a été accompli, par simple ablation des clips d'hémostase temporaire.

Il est indiqué de procéder dans un premier temps à l'ablation du clamp distal, en particulier au niveau de la carotide, cette précaution permettant l'évacuation de l'air séquestré dans la lumière artérielle (SMITH, YASARGIL) et un repérage plus facile d'un éventuel point d'hémostase défectueuse.

Après ablation du deuxième clamp, quatre éventualités sont possibles :

- Dans la meilleure hypothèse, l'artère reprend un calibre normal, se met à battre et aucune hémorragie ne survient au lieu de l'artériotomie.
- Le plus souvent, l'artère apparaît macroscopiquement perméable et une suffusion hémorragique diffuse et de moyenne abondance apparaît au niveau des points d'anastomose. Une légère compression manuelle à l'aide d'un fragment de gélatine permet habituellement de tarir le saignement. Au cours de notre séjour au Kantonspital de Zurich, nous avons eu l'occasion d'observer YASARGIL obtenir dans de tels cas l'hémostase par le simple attouchement de la paroi au niveau de la suture à l'aide de l'extrémité métallique d'une micropince.
- Parfois, l'ablation des clamps d'hémostase révèle l'existence d'un point défectueux précis dans la suture donnant issue à une hémorragie en jet venant rapidement inonder le champ opératoire. Cette éventualité impose la réapplication des clamps d'hémostase et la mise en place d'un point supplémentaire après repérage de la brèche sous microscope.

- Dans quelques cas, enfin, l'artère apparaît sévèrement sténosée ou même thrombosée au niveau du segment opéré.

Un tel aspect constaté dans l'immédiat et dans la genèse duquel le spasme semble jouer un rôle important, n'est pas toujours incompatible avec une perméabilité ultérieure comme nous avons pu le vérifier, notamment au niveau des fémorales.

L'instillation locale de produits vasodilatateurs <sup>(1)</sup> permet, dans un bref délai, de faire la part respective du spasme et de la sténose.

- **La surveillance clinique des rats opérés est d'un apport faible** dans l'appréciation du succès de l'intervention.

La ligature carotidienne unilatérale chez cet animal ne crée pas en effet d'hémiplégie. Il nous a paradoxalement été donné, dans un cas, d'observer une atrophie progressive d'un membre antérieur chez un animal dont la carotide controlatérale opérée était perméable.

Il est fréquent d'observer en cas de chirurgie carotidienne une diminution de la fente palpébrale homolatérale sans parallélisme avec la perméabilité de l'artère, et plus vraisemblablement liée à un traumatisme opératoire du sympathique.

- **L'angiographie** a été en fait dans notre étude le principal moyen d'évaluation de la perméabilité artérielle à moyen et long terme.

L'examen radiologique a été réalisé dans un délai variant d'une semaine à huit mois selon les cas.

Après une nouvelle anesthésie générale réalisée selon la même technique que celle exposée précédemment, une laparotomie médiane permet l'abord et la dissection de l'aorte abdominale sur une distance de 1 cm.

L'artère est alors chargée entre deux fils de soie et soigneusement cathétérisée à l'aide d'un trocard de téflon dont l'extrémité est orientée en direction de l'artère que l'on se propose d'explorer. La mise en évidence des carotides nécessite donc un cathétérisme rétrograde de l'aorte, celle de l'iliaque et des fémorales, un cathétérisme antérograde, à partir d'un point plus haut situé afin d'éviter l'introduction du cathéter dans la branche de bifurcation controlatérale au côté à explorer.

La **visualisation** angiographique de l'aorte abdominale impose le cathétérisme rétrograde de l'une des deux artères iliaques.

L'impossibilité de réaliser une artériographie sélective des segments artériels opérés impose l'emploi de quantités importantes de produit (VASURIX 25 - 1 à 2 cc par film) se situant au-delà de la dose toxique théorique chez cet animal, afin d'obtenir un contraste convenable.

Cette méthode d'angiographie globale a l'intérêt, en visualisant les artères des deux côtés, d'autoriser une étude comparative entre le calibre du vaisseau intact et celui du vaisseau opéré ; elle entraîne malheureusement parfois la mort de l'animal, précédée d'une crise comitiale généralisée, en particulier lorsque l'injection est orientée en direction de l'extrémité céphalique.

---

(1) PRAXILENE OBERVAL

### ● Les examens histologiques

Après sacrifice de l'animal, l'ancien foyer opératoire est réabordé, le fragment artériel prélevé et adressé à l'anatomopathologiste afin que soient précisés :

- le degré de perméabilité de l'artère en regard de l'incision,
- le mode de cicatrisation de l'artériotomie facilement repérable au niveau de l'interruption de la limitante élastique interne,
- le comportement des structures pariétales au contact du matériel de suture,
- la qualité de la fermeture artérielle en appréciant la position des berges et leur éventuelle éversion dans la lumière.

## 2. EXPOSE DES RESULTATS

Depuis le début de l'année 1971, nous avons fait porter nos expérimentations sur 60 artères de rat. Sont exclus de ce chapitre, 10 cas de microsutures réalisées antérieurement, à une époque où nous n'avions pas mis au point la technique de l'artériographie chez le rat et qui n'ont pas non plus fait l'objet d'examens histologiques.

● Parmi les artères opérées chez lesquelles il a été possible de faire ultérieurement un contrôle de perméabilité, on relève :

- carotides : 28 cas (dont 2 bilatérales en un temps),
- aortes : 20 cas
- iliaque : 7 cas
- fémorales : 5 cas (dont 2 bilatérales en un temps),
- soit : 60 artères.

● Sur ce total de 60 artères, les types de montage réalisés se répartissent comme suit :

- sutures : 9 réparations d'artériotomies longitudinales,  
9 réparations d'artériotomies transversales,  
6 reconstitutions d'artères sectionnées transversalement,  
9 réalisations de by-pass,  
8 réalisations de patch par greffon de veine cave,  
soit : 41 microsutures.
- manchon de silastic ("Meso") : 10 cas
- réparation d'une artériotomie longitudinale à l'aide d'adhésif : 9 cas (3 avec l'Ethyl-cyanoacrylate et 6 avec Butyl-cyanoacrylate).

● La répartition de ces différentes techniques en fonction de l'artère où elles ont été appliquées fait l'objet du tableau IV.

Nous avons ainsi réalisé :

- sur la **carotide** : 15 sutures  
6 mésos  
7 collages
- sur l'**aorte** : 15 sutures  
3 mésos  
2 collages
- sur l'**iliaque** : 6 sutures  
1 méso
- sur la **fémorale** : 5 sutures.

**TABEAU IV : TAUX DE PERMEABILITE EN FONCTION DE L'ARTERE OPEREE**

| Technique                  | Carotide  | Aorte     | Iliaque  | Fémorale | Total     |
|----------------------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| Artériotomie transversale  | 5         |           | 3        | 1        | 9         |
| Artériotomie longitudinale | 4         |           | 1        | 4        | 9         |
| Artère sectionnée          | 6         |           |          |          | 6         |
| By-pass                    |           | 9         |          |          | 9         |
| Patch                      |           | 6         | 2        |          | 8         |
| Mésos                      | 6         | 3         | 1        |          | 10        |
| Adhésifs                   | 7         | 2         |          |          | 9         |
| <b>Total</b>               | <b>28</b> | <b>20</b> | <b>7</b> | <b>5</b> | <b>60</b> |
| <b>Perméabilité</b>        | <b>21</b> | <b>13</b> | <b>6</b> | <b>5</b> | <b>45</b> |

● L'appréciation de la perméabilité a été effectuée :

- 40 fois par angiographie,
- 18 fois par examen histologique,
- 12 fois par examen macroscopique de la pièce dans les cas où la mort prématurée de l'animal n'a pas permis la réalisation de l'artériographie.

LA PERMEABILITE des différents montages a pu ainsi être affirmée par l'un ou l'autre de ces procédés, et souvent leur association, dans un délai maximum de 8 mois, au niveau de 45 artères, SOIT UN TAUX GLOBAL DE PERMEABILITE DE 75 %.



1 2

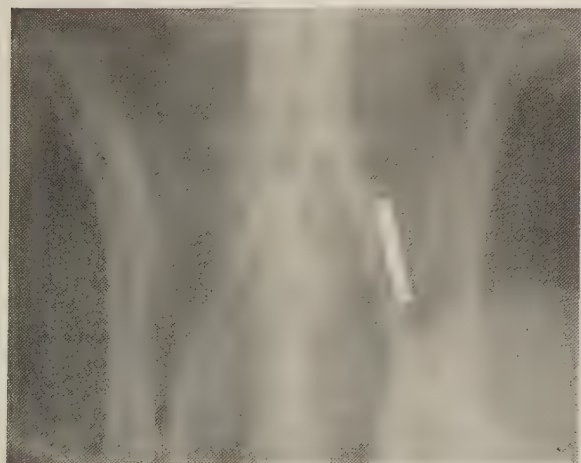


**Cliché 1 :** Suture longitudinale bilatérale de l'artère fémorale chez le rat. Contrôle angiographique au 8e mois. Perméabilité bilatérale avec sténose marquée à droite.

**Cliché 2 :** Réparation d'une carotide gauche sectionnée transversalement. Contrôle angiographique au 1er mois.

**Cliché 3 :** Fermeture d'une artériotomie longitudinale d'artère iliaque gauche par la technique du méso. Contrôle angiographique au 8e jour.

**Cliché 4 :** Réparation d'une artériotomie longitudinale de carotide gauche à l'aide d'adhésif HISTO-ACRYL. Contrôle angiographique au 45e jour. Le clip repère le niveau de l'artériotomie.



3 4



- Le taux de perméabilité en fonction de la technique utilisée est plus intéressant à considérer :

— Dans le cadre des microsutures, le nombre d'artères perméables est de 36, ce qui constitue un taux de perméabilité de 88 %, se répartissant ainsi :

- . 9 artériotomies longitudinales : 9 perméables
- . 9 artériotomies transversales : 9 perméables
- . 6 artères sectionnées : 5 perméables
- . 9 by-pass : 6 perméables
- . 8 patches : 7 perméables.

Sur 36 artères perméables, 2 présentaient une sténose modérée, 2 une sténose serrée, soit 11 %.

Les examens histologiques pratiqués dans les cas d'artères ayant fait l'objet d'application de microsutures, confirmaient l'impression angiographique de perméabilité de la lumière, mettaient en évidence un "cal fibreux" né de l'adventice, venant combler la brèche de l'artériotomie qui, sur son versant interne, ne comportait ni éversion des lèvres, ni caillot au contact.

La réaction à corps étranger observée au niveau des débris de matériel de suture s'est toujours avérée discrète.

— Dans le cadre de la technique du méso (10 cas), le nombre d'artères perméables est de 6, le taux de perméabilité obtenu est donc de 60 %.

Les examens histologiques pratiqués dans ces cas y montraient une réaction inflammatoire sous la forme d'un granulome à polynucléaires situé dans les couches externes de l'adventice, au contact de quelques dépôts biréfringents en lumière polarisée, interprétés comme des fragments de silastic.

Il est intéressant de noter que seulement une de ces artères présentait une sténose serrée.

— Dans les 9 cas où nous avons employé les adhésifs, nous ne relevons que 3 artères perméables (dont deux après utilisation d'Histoacryl).

L'aspect histologique, tout en restant satisfaisant sur le plan de la perméabilité artérielle est celui d'une réaction inflammatoire plus intense, exclusivement à polynucléaires au contact d'un matériel fibrineux sans organisation conjonctive. Des aspects de nécrose des couches les plus externes de la média furent parfois notés.

Le tableau V rapporte une étude comparative des résultats en fonction de la technique utilisée.

**TABEAU V : TAUX DE PERMEABILITE EN FONCTION DE LA TECHNIQUE UTILISEE**

| Type d'intervention |    | Obstruction | Perméabilité | Taux de perméabilité |
|---------------------|----|-------------|--------------|----------------------|
| Sutures             | 41 | 5           | 36           | 88 %                 |
| Mésos               | 10 | 4           | 6            | 60 %                 |
| Adhésifs            | 9  | 6           | 3            | # 30 %               |
| Total               | 60 | 15          | 45           | 75 %                 |

### 3. INTERPRETATION DES RESULTATS

- Les résultats encourageants obtenus à long terme avec les techniques de microsuture ne doivent pas nous faire oublier les échecs encore enregistrés avec ces procédés principalement au cours des montages complexes type by-pass.

A côté de fautes techniques toujours possibles, mais dont on doit diminuer la fréquence avec le temps et la pratique, il nous semble qu'il faille invoquer comme principale explication à ces échecs la création éventuelle au niveau des bouches anastomotiques de perturbations de l'hémodynamique susceptibles d'expliquer une oblitération rapide du montage.

- La méthode du méso ne nous a pas apporté les mêmes satisfactions. Son utilisation, qui reste forcément limitée à la fermeture d'artériotomies simples, a été dans notre étude grevée d'un pourcentage important d'oblitérations dans la genèse desquelles il semble logique d'invoquer le contact direct du sang circulant avec un matériel étranger.

- Les résultats souvent décevants enregistrés dans la courte série d'animaux où nous avons utilisé un adhésif de contact ne nous autorisent pas cependant à condamner la méthode.

Nous n'avons en effet constaté aucun cas d'hémorragie secondaire, fait s'inscrivant en faveur de la faible toxicité de ces adhésifs sur la paroi artérielle ainsi que de l'étanchéité obtenue.

Il n'en reste pas moins nécessaire, nous semble-t-il, de mettre au point un conditionnement autorisant l'application de l'adhésif en couches minces et prévenant son irruption dans la lumière artérielle.

## CONCLUSION

L'étude de la littérature (tableaux I, II, III) et les données de notre expérience semblent nous autoriser à formuler quatre types de remarques :

- L'UTILISATION D'UN SYSTEME DE MAGNIFICATION OPTIQUE ET D'UNE INSTRUMENTATION ADAPTEE aux nouvelles dimensions ainsi créées permet d'envisager la réalisation de sutures et d'anastomoses sur des artères de calibre inférieur à 2 mm. Pour prétendre à la perméabilité et à l'étanchéité des montages réalisés, ces artifices nous paraissent indispensables au même titre que l'observation rigoureuse d'impératifs techniques précis.
- LA PRATIQUE ULTERIEURE D'ARTERIOGRAPHIES ET D'EXAMENS HISTOLOGIQUES DE CONTROLE authentifie la perfection hémodynamique de la réparation artérielle et son caractère durable.
- PARMI LES DEUX TYPES DE PROCEDES UTILISABLES — méthodes de suture et de non-suture —, les premiers nous apparaissent à l'heure actuelle comme la technique préférable dont on est en droit d'attendre la restauration d'une morphologie artérielle quasi parfaite.
- LA REALISATION DE CETTE EXPERIMENTATION ANIMALE A CONSTITUE POUR NOUS UN PREALABLE permettant de cerner les difficultés techniques inhérentes au petit calibre des artères intra-crâniennes chez l'homme.

Néanmoins, reste le délicat problème de l'extrapolation de ces données à une chirurgie désobstru-  
trice humaine, car celle-ci offrira d'autres difficultés qui n'ont pas pu ici être prises en considération,  
mais qui sont prévisibles :

- accès moins facile sur la carotide intra-crânienne et ses branches,
- existence des perforantes,
- éventualité d'altérations pariétales dégénératives ou inflammatoires.

## CHAPITRE II

L'efficacité hémodynamique d'une désobstruction artérielle intra-crânienne chez l'homme repose sur l'observation d'impératifs précis d'ordre essentiellement technique.

Pour aboutir à la justification du geste désobstruteur, cette efficacité hémodynamique doit se doubler d'une efficacité fonctionnelle prouvée par la stabilisation ou la régression des lésions ischémiques et par l'innocuité en leur sein du rétablissement d'un flux artériel normal.

Conscients du délicat problème de la légitimité du geste d'embolotomie artérielle intra-crânienne, nous avons entrepris, dans le cadre de l'étude des moyens de protection de l'organisme contre l'anoxie (INSERM U4, Professeur P. MARION), un travail expérimental appréciant chez le chien les effets comparés d'une ischémie cérébrale définitive et ceux d'une ischémie transitoire dans le territoire carotidien.

Notre choix s'est porté sur ce territoire vasculaire en raison d'une simplicité technique et d'une tolérance vitale bien supérieures à celles qu'entraîne une ischémie vertébro-basilaire.

Nous rapportons ici nos résultats préliminaires sur une étude actuellement en cours et dont les conclusions définitives doivent faire l'objet d'un rapport ultérieur.

Les effets d'une oblitération sylvienne définitive chez le chien sont connus depuis les travaux de RASMUSSEN (1939) : cet auteur provoque ainsi de façon constante la survenue d'un ramollissement de gros volume accompagné d'hémiplégie alors que chez cet animal, le clippage des artères cérébrales antérieure et postérieure ne crée aucune modification neurologique particulière.

GLOBUS, EPSTEIN, GREEN et MARKS obtiennent en provoquant une hypertension artérielle expérimentale, la transformation hémorragique du ramollissement obtenu dans les mêmes conditions.

D'autres travaux s'attachent à rechercher les effets cliniques, anatomiques et histologiques de l'ischémie cérébrale expérimentale chez le chien et le singe (PETERSEN et EVANS, WATTS, CAMPBELL et FORSTER), mais HARVEY et RASMUSSEN semblent avoir été les premiers à avoir effectué une étude comparative de l'ischémie cérébrale expérimentale temporaire et définitive. Leur animal d'expérimentation était le singe.

DENNY-BROWN et MEYER (1957) étudiant la circulation cérébrale collatérale obtiennent des foyers de ramollissement par une anoxie expérimentale et démontrent la réversibilité des lésions à un stade précoce.

WHITE et DONALD (1962) réalisent une ischémie cérébrale chez le chien par ligature du tronc basilaire et démontrent la prépondérance de ce système d'irrigation dans cette espèce animale.

Les travaux les plus récents et les plus approfondis sur l'ischémie cérébrale expérimentale sont ceux de SUNDT et Coll. Utilisant le chat et le singe, ils apprécient l'effet sur le parenchyme anoxique d'un rétablissement du courant circulatoire, tant sur le plan de la microcirculation corticale que sur le plan du débit cérébral régional et de l'étendue anatomique des lésions.

Tout récemment enfin, les travaux de FONCIN précisait l'aspect ultra-structural de l'ischémie cérébrale.

## I. TECHNIQUE

Le principe de notre étude a été l'obtention d'une **ischémie cérébrale expérimentale par clampage temporaire ou définitif de l'artère sylvienne ou de la carotide interne intra-crânienne chez le chien.**

L'animal (spécimen adulte de 10 à 20 kg) est installé en décubitus latéral après anesthésie générale au NESDONAL intra-veineux, suivie d'intubation trachéale et de mise sous respiration assistée.

Un lambeau cutané arciforme est réalisé, joignant l'angle externe de l'oeil et le bord supérieur de l'arcade zygomatique en avant de l'oreille. Après relèvement d'un muscle temporal particulièrement épais, une craniotomie est élargie à la pince gouge de façon à obtenir un orifice osseux de 4 cm/5 cm et étendu jusqu'à la base.

Après ouverture de la dure-mère, une lame souple est introduite au contact de la région sous-temporale et récline prudemment le lobe. Il est possible d'accéder ainsi rapidement sur l'étage moyen de la base et de découvrir le bord libre de la tente et le nerf optique au contact de l'insertion clinoi'dienne de celle-ci.

L'ouverture de la citerne à l'aide d'une pince fine met en évidence la carotide terminale qui adopte chez cet animal un trajet vertical et un calibre réduit (1 mm environ).

En poussant la dissection vers l'aval, on peut découvrir l'artère sylvienne souvent mieux repérée par son trajet perpendiculaire à celui de la carotide que par la mise en évidence de la bifurcation, la cérébrale antérieure étant parfois invisible chez cet animal.

Un clip de Scoville est alors appliqué sur le tronc sylvien ou sur la carotide supra-clinoïdienne.

**Notre protocole d'expérimentation nous a permis la division de l'ensemble des animaux en ayant fait l'objet, en deux lots distincts :**

- **un premier lot de 6 chiens** ayant subi un clippage de la carotide ou de l'artère sylvienne pendant une durée variant de 3 à 6 jours et considéré par là comme définitif. Tous les animaux ont été sacrifiés dans un délai de une semaine après l'intervention, et l'encéphale prélevé aux fins d'examens anatomiques.
- **un deuxième lot de 22 chiens** ayant subi un clippage sylvien ou carotidien temporaire pendant une durée de 1/4 d'heure à 6 heures.  
De ce lot, un premier groupe de 19 chiens était sacrifié une heure environ après levée du clippage, les autres n'étaient sacrifiés que secondairement et faisaient l'objet d'une surveillance appréciant leur devenir fonctionnel et vital.

## II. RESULTATS

### A. MOYENS D'APPRECIATION

Nous avons fait appel à cinq types de critères :

- **Etude comparative de l'aspect extérieur du cortex au niveau du lobe temporal en cours d'intervention**

- dès l'ouverture de la dure-mère,
- pendant la durée du clampage artériel : il apparaît alors entre la quinzième et la trentième minute un aspect pâle auquel fait suite une coloration jaunâtre du cortex qui admet des limites assez précises, intéressant la région sous-temporale dans son ensemble et une partie de la convexité du lobe. Les vaisseaux traversant cette région du cortex semblent atteints d'un spasme qui efface rapidement les artères de petit calibre ;
- l'aspect du parenchyme est enfin soigneusement noté pendant l'heure suivant l'ablation du clip chez les animaux visés par un tel protocole.

- **La mesure comparative de l'impédance cérébrale avant et après levée du clip a été réalisée chez quatre chiens (INSERM U 39)**

Cette méthode se propose la mise en évidence des déplacements électrolytiques dans les tissus soumis à une anoxie et consécutifs aux altérations éventuelles des membranes cellulaires.

L'étude de la résistivité des espaces extra-cellulaires à des instants de plus en plus avancés de l'anoxie pourra être considérée comme un témoin à la fois de l'intensité de l'oedème au sein de l'organe lésé et de la viabilité de ses cellules.

L'appréciation, par les mesures d'impédance tissulaire, de l'état des membranes des cellules soumises à l'anoxie avant et après suppression de celle-ci constituerait un paramètre assez fidèle dans l'estimation d'une éventuelle réversibilité des lésions ainsi que dans l'expérimentation des divers procédés de lutte contre l'anoxie.

A partir des bases théoriques et expérimentales tirées des travaux de AUDIDIER et THOMASSET, de FOURCADE et coll. (1970) utilisant ce principe au cours de l'étude de l'anoxie du foie, du cœur et du rein du chien, nous l'avons récemment appliqué à diverses reprises au cours de l'ischémie cérébrale expérimentale.

Une sonde biélectrode (THOMASSET) peu traumatisante est introduite à 1,5 cm de profondeur dans le cortex dans la région tribulaire de l'artère que l'on envisage de clamber. Elle est reliée à un impédance-mètre autorisant une lecture directe des chiffres de résistivité tissulaire et l'établissement de courbes d'impédance en fonction du temps écoulé.

- **L'étude du devenir vital et fonctionnel des chiens ayant fait l'objet d'un sacrifice secondaire** a été centrée sur l'appréciation de l'état de conscience post-opératoire et surtout sur l'existence ou non d'un déficit moteur hémicorporel au cours des heures et des jours suivant l'intervention.

- **C'est surtout grâce à la pratique d'examen anatomiques systématiques** réalisés sur les encéphales fixés des chiens opérés qu'il a été possible d'apprécier de façon objective l'existence ou non d'un ramollissement dans le territoire de l'artère clampée, ainsi que son étendue - en particulier vers les régions profondes des hémisphères - au même titre que l'aspect même et l'intensité de la lésion (ramollissement blanc, hémorragique ou nécrotique).

Chaque encéphale a fait l'objet, au niveau des hémisphères cérébraux, de coupes vertico-frontales sérieuses, pratiquées de façon stéréotypée de centimètre en centimètre.

Nous avons par ailleurs tenté de cerner un éventuel parallélisme entre la durée du clamage artériel, le type d'évolution clinique parfois observé et l'étendue et l'aspect des lésions anatomiques d'ischémie.

- **Quelques spécimens enfin ont fait l'objet de biopsies cérébrales** à des temps successifs de l'intervention (avant, pendant et après clamage).

Le petit nombre de biopsies réalisées ainsi que des résultats encore fragmentaires d'examen en microscopie optique et électronique ne nous autorisent pas encore à utiliser ces données dans la discussion des résultats.

## B. EXPOSE DES RESULTATS

### 1. Dans le groupe témoin des six chiens ayant subi un clamage artériel considéré comme définitif,

- trois ont subi un clamage sylvien (de trois jours pour l'un, de six jours pour les deux autres),
- trois ont subi un clamage de la carotide interne supra-clinoïdienne pendant cinq jours.

- *Sur le plan clinique :*

Un chien de ce groupe est décédé au cinquième jour post-opératoire sans qu'il ait été possible de préciser chez lui l'existence d'un déficit moteur.

Sur les cinq survivants, deux étaient en bonne santé apparente, un présentait un coma profond, les deux derniers présentaient une hémiparésie manifeste au jour où ils furent sacrifiés (l'un et l'autre avaient subi un clampage sylvien).

- *Sur le plan anatomique :*

L'examen d'encéphale a été réalisé à ce jour chez cinq des six chiens de ce premier lot expérimental.

Quatre présentaient un vaste foyer de ramollissement intéressant l'ensemble du territoire sylvien et touchant de façon identique les régions superficielles et profondes (y compris noyaux gris centraux, thalamus excepté, et capsule interne). L'extension du ramollissement dans le sens antéro-postérieur intéressait en moyenne 5 plans de coupe, soit environ 2/3 de l'hémisphère, respectant de façon constante le pôle frontal.

A quatre reprises, le ramollissement adoptait un aspect franchement hémorragique. Dans deux cas, il s'y associait des phénomènes de nécrose cavitaires de la région temporale basse et du noyau lenticulaire. Les deux animaux chez lesquels cette constatation a pu être faite étaient d'ailleurs ceux qui présentaient un déficit moteur massif.

Aucun des animaux de ce groupe n'a subi de mesure de l'impédance parenchymateuse et les résultats des deux biopsies pratiquées chez eux sont peu significatifs.

**2. Reste le groupe des vingt-deux chiens ayant fait l'objet d'une ischémie cérébrale temporaire et se répartissant comme suit :**

- 14 clampages sylviens dont trois maintenus moins d'une heure et 11 maintenus entre une heure et six heures,

- 8 clampages carotidiens dont 3 maintenus moins d'une heure et 5 maintenus entre une heure et quatre heures.

- *L'aspect macroscopique du cortex ischémié* a été soigneusement noté chez chacun des animaux de ce lot expérimental :

Si l'aspect de spasme artériel localisé associé à une décoloration progressive du cortex est apparu comme une constatation peu réversible lorsque le clampage artériel était prolongé au-delà de trois heures, la levée du clampage avant ce délai nous a semblé aller de pair avec une régression rapide du spasme vasculaire dans environ 60 % des cas.

- *Sur le plan clinique :*

L'étude du devenir vital et fonctionnel à court terme n'a pu être effectuée que sur les trois chiens chez lesquels le sacrifice n'a été pratiqué que secondairement.

Une semaine après l'intervention, ces animaux qui avaient tous trois subi un clampage sylvien respectivement de 3, 4 et 6 heures ne présentaient ni troubles de conscience, ni déficit hémicorporel.

- *Chez 4 animaux de ce groupe nous avons pu établir des courbes comparatives d'impédance tissulaire avant et après déclampage artériel.*

- L'un d'entre eux a subi un clampage carotidien maintenu pendant 15 minutes : la levée du clip a entraîné chez lui le déclin rapide de la courbe d'impédance qui retrouvait dès lors en quelques minutes

son niveau antérieur après une ascension plus précoce et plus intense que chez les chiens témoins sacrifiés n'ayant pas fait l'objet d'un clampage préalable.

— Chez les trois autres avait été pratiqué un clippage temporaire de 30 minutes (dont un sur la sylvienne et deux sur la carotide) :

- dans deux cas, les chiffres d'impédance ont poursuivi leur progression malgré l'ablation du clip,
- dans le dernier cas, l'aspect de la courbe était comparable à celui obtenu après 1/4 d'heure de clampage, le net déclin de la courbe étant peut-être à mettre sur le compte d'une thérapeutique associée (EU 4200) dont n'avaient pas bénéficié les deux autres animaux.

L'utilisation de certains protecteurs cérébraux nous a paru intéressante pour prolonger les délais après lesquels apparaissent des lésions définitives.

A ce titre, les mesures d'impédance cérébrale nous ont permis de constater l'efficacité de EU 4200<sup>(1)</sup> dont l'administration par voie intraveineuse pendant la durée de la manipulation a entraîné une prolongation du délai de réversibilité des lésions dans des proportions de plus de 40 %.

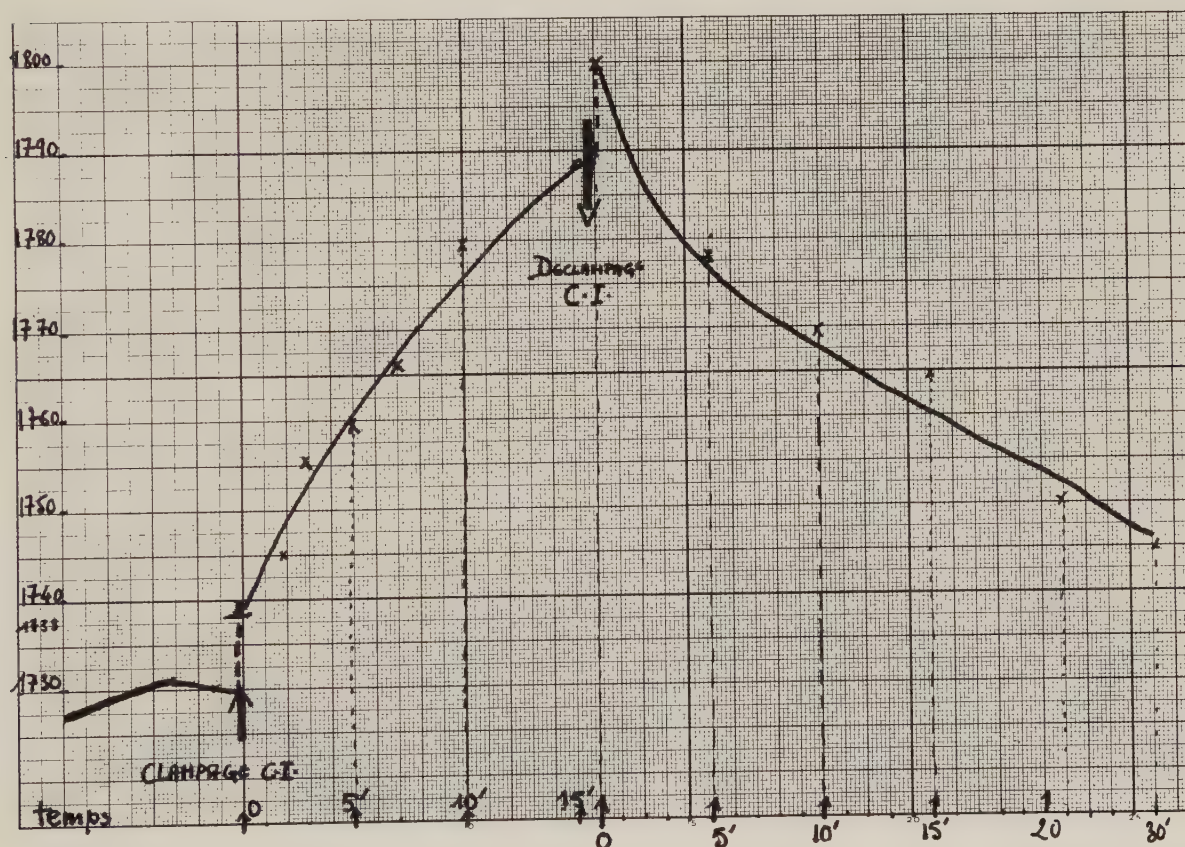


Schéma 3 — Courbe d'impédance. Retour au niveau initial après 15 minutes de clampage carotidien.

(1) TRIVASTAL EUTHERAPIE

- *Sur le plan anatomique :*

Les coupes des cerveaux prélevés ont été à ce jour réalisées sur 17 spécimens :

- Dans un seul cas, l'examen anatomique de la pièce était pratiquement négatif. L'animal avait subi un clippage carotidien de 75 minutes.
- Dans les seize autres cas existait un ramollissement sylvien macroscopiquement reconnaissable.

Sa TOPOGRAPHIE nous est apparue ici limitée, comparativement à celle constatée dans le lot précédent puisqu'en aucun cas celui-ci n'atteignait les formations profondes, en particulier la capsule interne et semblait se cantonner dans les frontières du territoire superficiel de l'artère.

Cinq fois, le ramollissement restait très limité dans le sens antéro-postérieur et n'intéressait pas plus de trois plans de coupe (3 cm environ). Aucun des chiens concernés n'avait subi un clamping artériel prolongé au-delà de 3 heures.

Dans tous les autres cas, il admettait une extension antéro-postérieure comparable à celle obtenue par une oblitération permanente (5 coupes).

L'ASPECT MEME DU FOYER ISCHEMIQUE nous est apparu varier d'un cas à l'autre et ne pas admettre de parallélisme strict avec la durée du clamping.

- Dans 8 cas, le ramollissement présentait un caractère hémorragique :
  - . simples pétéchies dans deux cas,
  - . discrètement hémorragique dans trois cas,
  - . trois fois franchement hémorragique enfin (dont un à petits foyers multiples et un véritable hématome intra-cérébral).
- Dans les 8 autres cas, le foyer ischémique adoptait l'aspect classique du ramollissement blanc. Deux d'entre eux s'accompagnaient d'un volumineux oedème hémisphérique.

- *Des biopsies cérébrales* ont été pratiquées chez 4 animaux du deuxième lot expérimental.

TABLEAU VI : ISCHEMIE EXPERIMENTALE - Premiers résultats cliniques et anatomiques

| N° | Kg   | Artère | Durée  | Impédance              | Ev. clinique | Sacrifice | RAMOLLISSEMENT                        |            |              |       |            | Biopsies |
|----|------|--------|--------|------------------------|--------------|-----------|---------------------------------------|------------|--------------|-------|------------|----------|
|    |      |        |        |                        |              |           | Rt superf.                            | Rt profond | Hémorragique | Blanc | Nécrotique |          |
| 1  | 11   | S      | 6 j.   |                        | Coma         | 6e jour   | +                                     | +          | +            |       |            |          |
| 2  | 17,5 | S      | 6 j.   |                        | Hémiplégie   | 6e jour   | +                                     | +          | +            |       | +          |          |
| 3  | 14   | S      | 3 j.   |                        | Hémiplégie   | 3e jour   | +                                     | +          | +            |       | +          |          |
| 4  | 12   | CI     | 5 j.   |                        | RAS          | 5e jour   | +                                     | +          | +            |       |            | +        |
| 5  | 6    | CI     | 5 j.   |                        | RAS          | 5e jour   | +                                     |            |              | +     |            | +        |
| 6  | 9    | CI     | 5 j.   |                        | Décédé 5e j. | 5e jour   | Examen anatomique non encore pratiqué |            |              |       |            |          |
| 7  | 14   | S      | 3 h    |                        |              | 4e h      | +                                     |            | +            |       |            | +        |
| 8  | 10   | S      | 4 h    |                        | RAS          | 7e jour   | +                                     |            | ±            |       |            | +        |
| 9  | 16   | S      | 3 h    |                        |              | 4e h      | +                                     |            | +            |       |            |          |
| 10 | 11   | S      | 3 h 30 |                        |              | 4e h      | +                                     |            |              | +     |            | +        |
| 11 | 9    | S      | 3 h    |                        |              | 4e h      | Discret                               |            |              | +     |            | +        |
| 12 | 11   | S      | 2 h 15 |                        |              | 3e h      | +                                     |            | ±            |       |            |          |
| 13 | 12,5 | S      | 2 h    |                        |              | 3e h      | +                                     |            |              | +     |            |          |
| 14 | 13   | S      | 1 h    |                        |              | 2e h      | Discret                               |            |              | +     |            |          |
| 15 | 16   | CI     | 3 h 30 |                        |              | 4e h      | +                                     |            | ±            |       |            |          |
| 16 | 20   | CI     | 3 h 30 |                        |              | 4e h      | + oedème                              |            |              | +     |            |          |
| 17 | 12   | CI     | 75 mn  |                        |              | 2e h      | Discret                               |            | Pétéchies    |       |            |          |
| 18 | 14   | CI     | 75 mn  |                        |              | 2e h      | # 0                                   |            |              |       |            |          |
| 19 | 12   | S      | 3 h    |                        | RAS          | 5e jour   | plusieurs foyers                      |            | Pétéchies    |       |            |          |
| 20 | 9,5  | CI     | 4 h    |                        |              | 5e h      | +                                     |            |              | +     |            |          |
| 21 | 19   | S      | 2 h 30 |                        |              | 3e h      | Examen anatomique non encore pratiqué |            |              |       |            |          |
| 22 | 19   | S      | 3 h    |                        |              | 4e h      | Examen anatomique non encore pratiqué |            |              |       |            |          |
| 23 | 20   | S      | 6 h    |                        | RAS          | 6e jour   | Examen anatomique non encore pratiqué |            |              |       |            |          |
| 24 | 18   | S      | 30 mn  | Ascension irréversible |              | 1ère h    | Discret oedème                        |            |              | +     |            |          |
| 25 | 17   | CI     | 30 mn  | Retour à la normale    |              | 1ère h    | Discret                               |            |              | +     |            |          |
| 26 | 10   | CI     | 15 mn  | Retour à la normale    |              | 1ère h    | Examen anatomique non encore pratiqué |            |              |       |            |          |
| 27 | 13   | CI     | 30 mn  | Ascension irréversible |              | 1ère h    | +                                     |            | +            |       |            |          |
| 28 | 12   | S      | 30 mn  |                        |              | 1ère h    | Examen anatomique non encore pratiqué |            |              |       |            |          |

## CONCLUSION

Les résultats encore fragmentaires de ce travail préliminaire sur l'ischémie cérébrale expérimentale chez le chien nous amènent à formuler quatre types de remarques :

1. LA CREATION AU SEIN DU PARENCHYME CEREBRAL D'UN FOYER DE RAMOLLISSEMENT ISCHEMIQUE NE SEMBLE PAS STRICTEMENT CONTEMPORAINE DE L'OBLITERATION DE L'ARTERE DONT EST TRIBUTAIRE LE TERRITOIRE CONSIDERE. A ce titre, les mesures d'impédance tissulaire authentifiant la réversibilité de la souffrance cellulaire au cours des premières minutes ainsi que la discrétion des lésions anatomiques observées chez les animaux ayant fait l'objet d'un clampage artériel de courte durée nous suggèrent l'existence d'un temps de latence pendant lequel les lésions ischémiques cérébrales seraient apparemment totalement réversibles.

2. LA PROLONGATION DU CLAMPAGE ARTERIEL AU-DELA DE UNE HEURE aboutit inévitablement chez le chien à la création d'un ramollissement sylvien dont l'extension nous est toujours apparue plus limitée vers la profondeur que ne l'était celle conférée par un clampage sylvien maintenu plusieurs jours.

Reste à déterminer à l'avenir le délai précis à partir duquel une extension des lésions à tout le territoire sylvien et leur irréversibilité vient conférer un caractère "définitif" au clampage artériel "temporaire".

3. L'aspect anatomique du ramollissement constaté dans notre série expérimentale NE SEMBLE PAS PERMETTRE D'INCRIMINER LE RETABLISSEMENT DU FLUX ARTERIEL DANS LA GENESE DE LESIONS A CARACTERE HEMORRAGIQUE.

4. L'INTERPRETATION DES RESULTATS DOIT ETRE PRUDENTE, en particulier dans la comparaison des lésions obtenues chez différents animaux et malgré l'apparente uniformité du dispositif artériel d'un spécimen à l'autre, il est certain qu'on ne peut éliminer l'intervention de variations individuelles.

Une prudence encore plus grande doit entourer toutes les tentatives d'extrapolation à l'homme.

## FIGURES COULEURS

**Photo 1 :** Artériotomie longitudinale sur une iliaque de rat.

**Photo 2 :** Artériotomie d'iliaque de rat suturée aux points séparés au monofil 10/0.

**Photo 3 :** Carotide de rat sectionnée transversalement. Reconstitution aux points séparés au monofil 10/0.

**Photo 4 :** By-pass aortico-aortique réalisé à l'aide d'un greffon carotidien.

**Photo 5 :** Réparation d'une artériotomie elliptique sur l'aorte à l'aide d'un patch de veine cave inférieure (le spasme artériel rend compte de l'aspect sténosé du vaisseau).

**Photo 6 :** Réparation d'artériotomie transversale : contrôle histologique.

**Photo 7 :** Réparation d'artériotomie longitudinale : contrôle histologique.

**Photo 8 :** By-pass aortico-aortique : contrôle histologique intéressant la lumière du greffon et de l'artère porteuse.

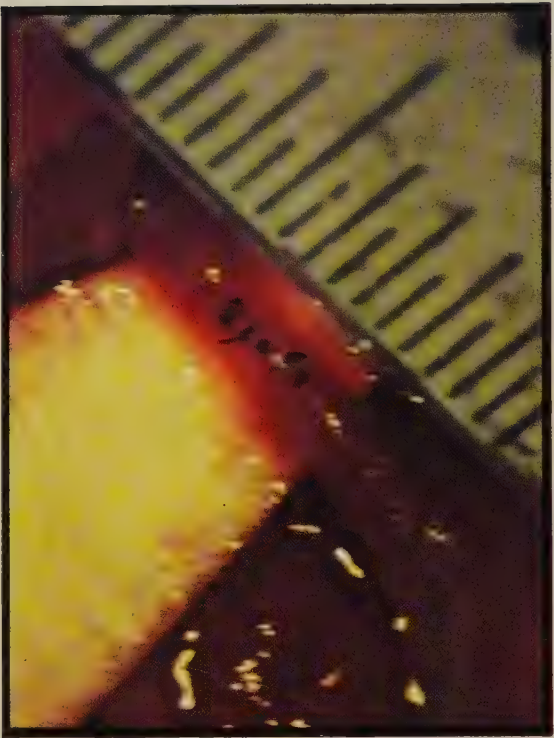
**Photo 9 :** Obs. V - Oblitération embolique de la sylvienne droite débutant peu après l'origine du vaisseau. L'artère reprend un aspect normal dans l'une des branches de bifurcation (il s'agit de deux photographies per-opératoires juxtaposées).

**Photo 10 :** Obs. II - Oblitération embolique d'une cérébrale antérieure unique naissant du côté gauche.

**Photo 11 :** Obs. IV - Contrôle histologique post-mortem réalisé au niveau de la carotide supra-clinoïdienne droite. L'aspect microscopique authentifie la perméabilité du vaisseau sur lequel deux clips-grafts avaient été appliqués.



1



2



3



4



6



8



5



7



11



9



10

## **DEUXIEME PARTIE**

### **L'EMBOLECTOMIE ARTERIELLE INTRA-CRANIENNE**

#### **CHAPITRE I — REVUE DE LA LITTERATURE**

#### **CHAPITRE II — NOS OBSERVATIONS**

#### **CHAPITRE III — TECHNIQUE CHIRURGICALE**

- I. Abord
- II. Technique de l'embolectomie

#### **CHAPITRE IV — RESULTATS**

- I. Dans la littérature
- II. Dans notre série

#### **CHAPITRE V — L'INDICATION**

- I. Evolution spontanée de l'embolie
- II. Limites et justification d'un geste chirurgical
- III. Sélection des malades
- IV. Place de la chirurgie dans les autres cas

#### **CONCLUSION**



## CHAPITRE I

### REVUE DE LA LITTERATURE

TABLEAU VII : LES DESOBSTRUCTIONS ARTERIELLES INTRA-CRANIENNES

| Auteur     | Date         | Siège            | Nombre de cas | Nature de l'oblitération |          |                 |    |
|------------|--------------|------------------|---------------|--------------------------|----------|-----------------|----|
|            |              |                  |               | Embol                    | Athérome | Divers          | ?  |
| WELCH      | 1956         | sylvien          | 2             | 1                        | 1        |                 |    |
| SCHEIBERT  | 1959         | sylvien          | 5             |                          |          |                 | 5  |
| PIAZZA     | 1960         | sylvien          | 1             |                          |          | projectile      |    |
| JACOBSON   | 1960         | sylvien          | 2             | 1                        | 1        |                 |    |
| CHOU       | 1962         | sylvien          | 1             | 1                        |          |                 |    |
| FRENCH     |              | sylvien          | 1             |                          |          |                 | 1  |
| LOUGHEED   | 1963         | C.I.             | 1             | 1                        |          |                 |    |
| SHILLITO   | 1964         | 2 C.I.           | 5             | 1                        |          | 2 inflammations | 2  |
|            | 1967         | 1 sylvien<br>5 ? | 3             |                          |          |                 | 3  |
| ZLOTNIK    | 1966         | sylvien          | 11            |                          |          |                 | 11 |
| STEVENSON  | 1967         | tronc basilaire  | 1             | 1                        |          |                 |    |
| ALLCOCK    | 1967         | sylvien          | 1             |                          | 1        |                 |    |
| SUNDT      | 1967<br>1969 | sylvien          | 8             | 2                        | 6        |                 |    |
| YASARGIL   | 1969<br>1971 | sylvien          | 13            | 4                        | 6        | 1 (muscle)      | 2  |
| Van GILDER | 1970         | sylvien          | 1             |                          |          | projectile      |    |
| GALIBERT   | 1970         | sylvien          | 4             | 3                        | 1        |                 |    |
| MALMROS    | 1971         | sylvien          | 15            | 9                        | 6        |                 |    |
| PISCOL     | 1971         | sylvien          | 1             | 1                        |          |                 |    |
| Total      |              |                  | 76            | 25 *                     | 22       | 5               | 24 |

\* Le chiffre de **28 embolies** cité dans le texte inclut les cas de PIAZZA et GAIST, de VAN GILDER (projectiles) et YASARGIL (embolie accidentelle par fragment de muscle).

Les premiers essais de désoblitération artérielle intra-crânienne ne constituent pas des tentatives récentes, puisque le 12 octobre 1954 et le 26 novembre de la même année, WELCH tente à deux reprises ce geste sur des malades atteints d'obstruction de l'artère sylvienne, dont l'une d'origine embolique.

Ces deux observations faisaient l'objet en 1955 d'une communication à la Harvey Cushing Society.

Quatre ans plus tard, SCHEIBERT rapporte à la même société cinq tentatives chirurgicales analogues, dont une couronnée de succès avec perméabilité persistante huit mois après l'intervention.

En 1960, PIAZZA et GAIST rapportent un cas d'embolie de la sylvienne par projectile à porte d'entrée cervicale dont l'abord direct et le refoulement dans la carotide terminale permettent le rétablissement de la perméabilité par le biais du polygone de Willis.

En 1960, JACOBSON et DONAGHY, tirant bénéfice d'une expérimentation animale sur des petits vaisseaux, tentent deux désoblitérations de l'artère sylvienne dont une embolectomie, semble-t-il. Utilisant pour la première fois le microscope, ils mettent l'accent sur l'amélioration apportée par ce procédé de magnification dans ce type d'indication.

C'est cependant sans le microscope que CHOU, le 26 mars 1962, réalise l'ablation d'un embol sylvien chez une jeune fille de 19 ans, opérée 12 jours auparavant d'une cardiopathie mitrale. L'auteur signale à cette occasion un cas analogue opéré par FRENCH.

L'observation de CHOU constitue le premier cas où une amélioration clinique rapide a été de pair avec une réinjection angiographique malgré l'existence d'une sténose au niveau de l'artériotomie.

Peu après, en 1963, LOUGHEED pratique sous microscope une embolectomie de la carotide supra-clinoïdienne avec un résultat clinique satisfaisant, mais sans artériographie de contrôle.

SHILLITO en 1964, à propos d'une étude étiologique portant sur 35 cas d'oblitérations artérielles intra-crâniennes chez l'enfant, fait état de cinq ayant fait l'objet d'un abord direct et en rapporte trois cas en détail. Une seule semble avoir été liée à un embol.

Cet auteur adjoint ultérieurement à sa série 3 tentatives analogues réalisées chez l'adulte (1967).

ZLOTNIK rapporte en 1966 11 cas de "thromboembolectomies" en face d'oblitérations de l'artère cérébrale moyenne et en apprécie les résultats à l'aide de prises de pressions per-opératoires en aval et en amont du segment artériel opéré, mais sans angiographie de contrôle semble-t-il.

DONAGHY et YASARGIL rapportent en 1967, in "microvascular surgery" l'observation tout à fait exceptionnelle de STEVENSON d'une embolectomie du tronc basilaire effectuée par voie transclivale.

La même année, alors que ALLCOCK condamne le traitement chirurgical en raison de ses résultats jusqu'ici médiocres et du fait de la fréquence des désoblitérations spontanées, SUNDT fait état de 6 endartériectomies pratiquées sur l'artère sylvienne, préconise l'application du clip-graft au niveau de l'artériotomie et obtient deux réinjections prouvées angiographiquement.

Le même auteur apporte deux ans plus tard, des arguments expérimentaux s'inscrivant en faveur d'une désobstruction artérielle précoce et applique ces principes à deux reprises avec succès en opérant dans un délai de 8 et 12 heures et sous microscope deux malades porteurs d'embolies sylviennes d'origine cardiaque.

YASARGIL, en 1969, à propos d'une série chirurgicale de 11 cas d'oblitérations sylviennes (dont 5 d'origine embolique), opérées dans des délais allant jusqu'à cinq mois, se fait au contraire le défenseur d'une indication opératoire posée secondairement après stabilisation des lésions ischémiques.

En 1970, Van GILDER rapporte une observation, très voisine de celle de PIAZZA et GAIST, d'exérèse chirurgicale d'un projectile à porte d'entrée extra-crânienne et bloqué au niveau du tronc sylvien. L'artériographie de contrôle authentifiait une parfaite reperméabilisation, mais l'amélioration clinique restait partielle.

C'est en 1970 également que GALIBERT, à propos d'une série de 4 malades opérés (et dont 3 semble-t-il, étaient porteurs d'embols) pose le problème de la légitimité d'un abord chirurgical réalisé au cours d'une affection dont l'évolution spontanée est parfois favorable.

Le quatrième Congrès Européen de Neurochirurgie (PRAGUE Juin 1971) dont l'un des objectifs était de faire le point sur le bénéfice apporté dans la spécialité par dix ans de microchirurgie, a été l'occasion pour YASARGIL de présenter sa série de 13 cas de thrombo-embolotomies réalisées sous microscope.

L'auteur rapportant parallèlement 21 cas d'anastomoses chirurgicales entre l'artère temporale superficielle et une branche corticale de la sylvienne oblitérée, avec des résultats souvent encourageants, donne la préférence aux techniques palliatives de shunt extra-intra-crâniens. Il est suivi dans cette opinion par divers auteurs qui présentent à cette occasion leur expérience animale et humaine de ce type de montage (REICHMAN, SATOVICK, DAVIS et ROBERTS et GRATZL, STEUDE et SCHMIETEK).

MALMROS (1971) apporte sa contribution au traitement chirurgical direct en pratiquant l'embolotomie sylvienne à partir de la cérébrale antérieure et fait état d'une série de 15 tentatives de désobstruction menées par cette voie, dont 9 concernaient des embols.

Au même congrès, PISCOL rapporte une observation d'embolotomie sylvienne pratiquée dans les 6 heures suivant l'installation du déficit.

ACTUELLEMENT, TROIS COURANTS D'OPINIONS SEMBLENT SE FAIRE JOUR ENTRE :

- les partisans d'un **abstentionisme systématique** s'appuyant sur la médiocre qualité des résultats jusqu'ici obtenus (ALLCOCK) ;
- les partisans d'une **intervention retardée** et plutôt de type dérivation (YASARGIL, REICHMANN) ;
- ceux qui enfin restent fidèles à l'idée d'une **levée précoce de l'obstacle** (SUNDT).

Au total nous avons relevé dans la littérature 76 cas de tentatives de désobstruction artérielle intra-crânienne.

Sur cet ensemble d'oblitérations opérées, 28 étaient d'origine embolique confirmée.

Dans les autres cas, il s'agissait soit d'obstructions athéromateuses ou inflammatoires, soit d'observations où l'insuffisance des détails fournis n'a pas permis de trancher sur la nature étiologique.

Le nombre réel d'observations d'occlusions emboliques est donc vraisemblablement plus élevé.

Notre expérience personnelle nous permet d'adjoindre 6 nouveaux cas à ceux déjà publiés dans la littérature.

Tous ces malades ont été opérés dans le cadre du service hospitalo-universitaire du Professeur Jean LECUIRE, du 5 août 1970 au 24 mars 1972. Tous étaient porteurs d'une embolie artérielle intra-crânienne, dont trois intéressaient le tronc de l'artère sylvienne, deux la carotide supra-clinoïdienne, et une l'origine de la cérébrale antérieure.



## CHAPITRE II

### NOS OBSERVATIONS



**OBS. N° 1**

V... Sabine.

**Résumé :**

**Embolie sylvienne gauche.**

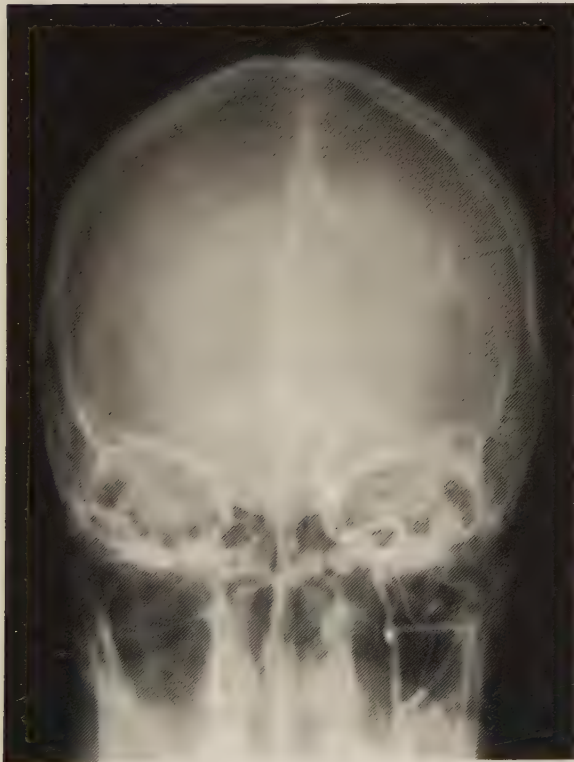
**Tentative de désobstruction chirurgicale au 9<sup>e</sup> jour.**

**Etat angiographique inchangé.**

**Amélioration tardive et partielle du déficit.**

Cette femme de 45 ans, professeur de danse sans antécédents, est hospitalisée le 28 juillet 1970 dans un hôpital périphérique pour une impotence fonctionnelle du membre supérieur droit, rapidement complétée d'une hémiplegie droite avec aphasie, sans le moindre trouble de conscience ; l'ensemble du déficit s'étant constitué en quelques minutes.

Le fond d'oeil, alors pratiqué, était normal ainsi que l'examen du L.C.R.



**Cliché 5** — Artériographie carotidienne gauche

Vingt-quatre heures après le début de l'accident, la malade est transférée dans le service pour bilan complémentaire.

L'état neurologique et le niveau de conscience étaient alors inchangés, le bilan général et cardiovasculaire était entièrement négatif.

L'électroencéphalogramme, pratiqué le 29 juillet, objective "un foyer d'ondes lentes permanentes à prédominance temporale gauche".

L'écho médian est dévié de 4 mm de la gauche vers la droite.

**Le 30 juillet 1970 est pratiquée une artériographie carotidienne gauche :**

Il existe, tant sur les films de face et de profil que sur les incidences obliques, un aspect de non-injection de l'artère sylvienne dont on ne voit même pas un moignon d'origine, la cérébrale antérieure semblant faire suite directement à la carotide intra-crânienne.

L'étude des films au cou objective par ailleurs un aspect filiforme de la carotide extra-crânienne s'amenuisant progressivement jusqu'à son segment intra-pétreux, où elle retrouve un calibre à peu près normal, sans image de plaque athéromateuse.

L'ensemble des images évoquait une embolie de la carotide interne ayant imigré dans le tronc de l'artère sylvienne.

Il est à noter enfin qu'il n'existait chez cette malade, ni engagement de l'artère cérébrale antérieure, ni démonstration angiographique d'une circulation collatérale de suppléance au niveau du vide vasculaire sylvien, y compris sur les films tardifs.

**Un abord chirurgical du vaisseau oblitéré est décidé** le 5 août 1970, devant la persistance inchangée du déficit, le jeune âge de la malade et l'absence de troubles de conscience.

Sous anesthésie générale, intubation et hypotension artérielle modérée, après mise en place préalable d'un trocart à ponction lombaire, l'intervention (Dr DECHAUME, Dr DERUTY, Ph. BRET) se déroule sur la malade ayant la tête en légère rotation (20° environ) à droite.

Un volet fronto-temporal gauche ostéoplastique est taillé sous une incision cutanée arciforme joignant la limite antérieure de l'implantation des cheveux sur la ligne médiane et le bord supérieur du zygoma en avant de l'oreille.

La dure-mère est ouverte selon un lambeau à charnière interne. Après suspension durale et ouverture de la ponction lombaire, le cerveau se laisse facilement récliner et il est ainsi possible de découvrir progressivement la carotide interne dans son segment intracrânien, puis la bifurcation carotidienne, enfin la naissance de l'artère sylvienne.

Le microscope est alors mis en place. On pratique par coagulation prudente l'ouverture du pli fronto-temporal et la dissection est poursuivie jusqu'à la bifurcation de la sylvienne. Celle-ci est le siège d'une obstruction d'aspect noirâtre qui débute quelques millimètres après son origine et s'étend jusqu'aux branches de bifurcation qui semblent redevenir perméables à environ 5 mm de leur naissance.

Une artériotomie longitudinale de 7 mm est alors pratiquée sur le tronc sylvien dans le segment proximal de l'oblitération.

Des mouvements d'expression douce permettent l'évacuation d'une partie du matériel embolique à tel point que l'artère paraît vide jusqu'à quelques millimètres de la bifurcation sylvienne, mais l'on n'obtient pas de reflux.

L'introduction d'un fin cathéter vers l'aval et des tentatives d'aspiration par son conduit ne permettent pas, non plus, la survenue d'un reflux.

On pratique alors une deuxième artériotomie juste en amont de la bifurcation sylvienne. On retire par aspiration de petits fragments cruoriques, mais il n'est pas possible d'obtenir l'issue de la totalité du caillot. Il se produit cependant un reflux modéré.

La deuxième artériotomie est fermée par trois points séparés au 7-0.

On se reporte alors sur la première artériotomie, au niveau de laquelle il est possible d'aboutir par aspiration à l'évacuation des caillots d'amont.

Un reflux très important oblige alors à appliquer un clip d'OLIVECRONA sur l'origine de l'artère sylvienne.

L'artériotomie est alors obturée à l'aide d'une suture à 4 points séparés 7-0

La levée du clip d'amont montre que celle-ci est étanche sauf en un point où l'application de Spongel permet d'obtenir une hémostase.

Le vaisseau semble alors perméable et paraît animé de battements, tout au moins au niveau du tronc.

Après hémostase, la dure-mère est laissée ouverte, le volet réappliqué et fixé, les plans cutanés suturés en deux plans.

**L'artériographie de contrôle** est pratiquée à la vingt-quatrième heure post-opératoire. L'aspect est rigoureusement identique à celui noté avant l'intervention.

Un deuxième contrôle radiologique est pratiqué au 45e jour : l'oblitération persiste, mais il existe une ébauche de réinjection des branches sylviennes à partir de la périphérie.

**Les suites opératoires** sont simples.

L'aphasie a partiellement régressé au 40e jour. La persistance d'un déficit moteur plus marqué au membre supérieur était compatible avec la marche 6 mois après l'intervention.

**OBS. N° II**

M... Renée.

**Résumé :**

**Embolie de la cérébrale antérieure gauche sur anomalie de montage du polygone de Willis, type cérébrale antérieure unique.**

**Tentative d'embolectomie au 4e jour.**

**Etat angiographique inchangé.**

**Amélioration tardive des troubles du comportement.**

Cette observation relate le cas d'une jeune femme de 25 ans, monitrice d'informatique, sans autres antécédents que la notion d'angines à répétition et d'un retard de menstruation apparu deux jours avant le début de l'épisode neurologique.

Le 17 octobre 1970, la malade accuse la survenue brutale, sans prodromes, de paresthésies de la main droite, accompagnées d'une baisse brutale et transitoire de l'acuité visuelle de l'oeil gauche et vite suivies d'un déficit moteur hémicorporel droit avec aphasie. L'évolution est partiellement régressive et le déficit ne touche finalement que le membre inférieur droit, sans troubles de la parole.

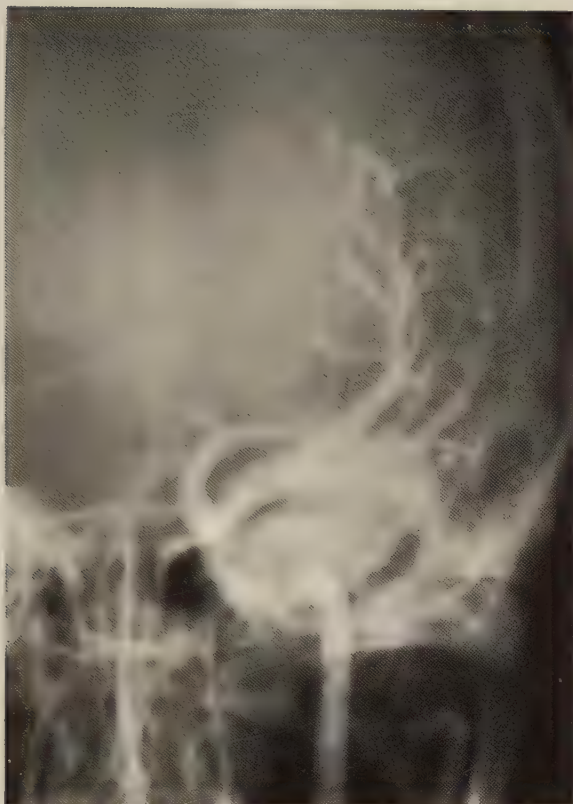
Parallèlement s'installait une obnubilation intellectuelle discrète teintée d'indifférence, entrecoupée de phases d'agitation et de désorientation.

**Une artériographie carotidienne gauche est pratiquée le 21 octobre 1970.**

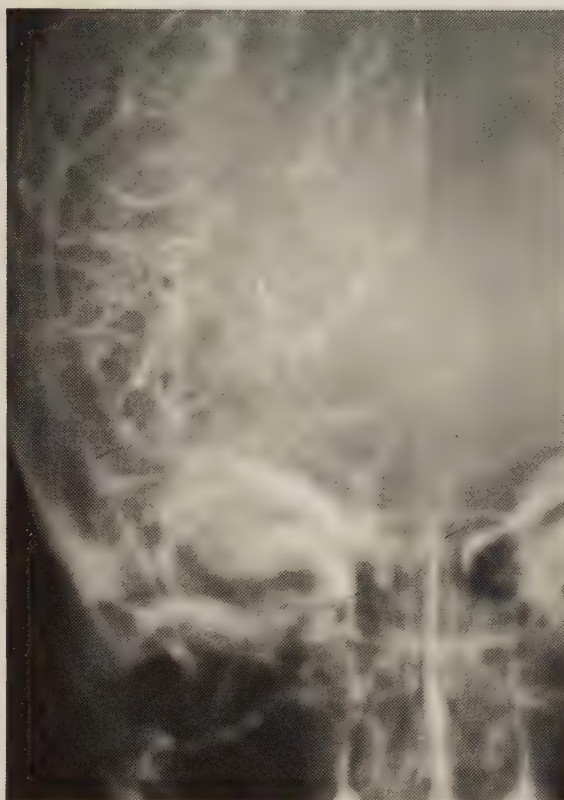
Celle-ci objective, tant sur la série de face que sur celle de profil et y compris au cours d'épreuves de compression, une non-injection de l'artère cérébrale antérieure, celle-ci semblant oblitérée par un obstacle d'aspect cupuliforme à 0,5 cm de son origine.

L'étude des films au cou ne permettait pas de retenir le moindre défaut dans la ponction carotidienne qui aurait pu rendre compte d'un tel aspect.

Une artériographie carotidienne controlatérale pratiquée le même jour montre l'absence complète de toute cérébrale antérieure naissant de la droite, la sylvienne faisant directement suite à la carotide. Malgré l'absence de maladie emboligène, y compris la prise de contraceptifs, le diagnostic porté fut alors celui d'embolie probable de la cérébrale antérieure gauche sur artère cérébrale antérieure unique naissant de ce côté, l'anomalie de la partie antérieure du polygone rendant alors compte de l'intensité de la scène clinique, de la localisation pour le moins inhabituelle de l'oblitération et justifiant, à nos yeux, l'indication opératoire.



Cliché 6 — Artériographie carotidienne gauche



Cliché 7 — Artériographie carotidienne droite

**L'intervention** (Dr DECHAUME, Dr DERUTY, Ph. BRET) est pratiquée le jour même, soit 4 jours après l'accident initial, sous anesthésie générale avec intubation et mise en place préalable d'un trocart à ponction lombaire.

Un abord fronto-temporal gauche habituel est réalisé.

Après ouverture de la dure-mère, le cathéter raccordé au trocart à P.L. est déclampé et le microscope est mis en place dès que l'on aperçoit la carotide.

Après ouverture des citernes, on accède rapidement sur la bifurcation carotidienne et l'origine de la cérébrale antérieure où l'on aperçoit la queue de l'embol oblitérant l'artère au point où celle-ci croise le nerf optique.

En poussant un peu la dissection vers l'aval, il est possible d'apercevoir l'extrémité distale du caillot, la longueur de celui-ci ne dépasse pas 1 cm.

Par une courte artériotomie (3 - 4 mm) sur la portion thrombosée et en utilisant le microaspirateur, on arrive à extraire quelques fragments d'aval et obtenir un reflux modéré, mais certain. L'évacuation prématurée de la portion proximale de l'embol entraîne l'inondation du champ microscopique par le

flux sanguin et impose l'application d'un clip de Scoville sur l'origine de l'artère. On s'efforce alors de compléter la désobstruction en aval, sans toutefois obtenir de reflux supplémentaire.

La fermeture de l'artériotomie est réalisée par application d'un clip-graft de 2,5 mm sur 5 mm qui ne paraît pas oblitérer la lumière. L'hémostase obtenue après levée du clip de Scoville est satisfaisante.

Un drain n° 24 est laissé en place, la dure-mère laissée ouverte, le volet réappliqué et les plans superficiels reconstitués par deux surjets.

**Les suites opératoires immédiates** sont simples, mais la malade garde un important syndrome frontal où domine la confusion mentale, le déficit moteur amorçant au 10<sup>e</sup> jour une ébauche de récupération au membre inférieur droit ; mais la paralysie faciale reste notable.

A la suite de trente-six séances d'oxygénothérapie hyperbare (52 heures au total) pratiquées entre le 5 novembre et le 21 décembre 1970, l'état psychique s'est considérablement amélioré, l'apathie a disparu, la confusion mentale s'est partiellement amendée et l'examen neurologique s'est normalisé au niveau des membres, seule persistant une discrète paralysie faciale.

Au cours d'une nouvelle hospitalisation dans le service fin décembre, **la malade subit une artériographie de contrôle** : l'aspect est inchangé au niveau de l'oblitération, mais il existe ici une injection à contre-courant de la péricalleuse à partir des branches sylviennes postérieures.

Depuis cette date, la malade est régulièrement suivie à la consultation du service. Revue un an après l'intervention, son état neuropsychiatrique était alors devenu compatible avec une vie familiale normale.

**OBS. N° III**

G... Antoine

*Résumé :*

**Embolie de la carotide supra-clinoïdienne droite, d'origine mitrale.**

**Désobstruction chirurgicale à la 12e heure.**

**Contrôle artériographique : perméabilité.**

**Amélioration du déficit.**

**Décès par insuffisance cardiaque.**

Ce musicien de 35 ans était porteur d'une maladie mitrale connue de longue date, d'origine rhumatismale, avec des accès de fibrillation auriculaire, lorsque le 10 avril 1971, alors qu'il était de passage dans la région lyonnaise, il présente au milieu de la nuit une hémiplégie gauche totale, d'installation brutale accompagnée d'une discrète obnubilation.

Après avoir été hospitalisé quelques heures au Pavillon d'urgence, le malade est transféré le 11 avril 1971 à 10 heures dans la clinique neuro-psychiatrique (Pr P.F. GIRARD). Le déficit persistait alors inchangé, l'état de conscience était à la limite de la normale. La tension artérielle était à 20/10, la température rectale normale.

L'auscultation cardiaque confirmait la notion de cardiopathie mitrale en arythmie complète et permettait de suspecter fortement la survenue d'une oblitération artérielle du territoire carotidien droit, d'origine embolique.

**Une artériographie carotidienne droite est immédiatement pratiquée.**

La carotide interne au cou est morphologiquement normale, mais il existe un ralentissement considérable du transit de la colonne opaque jusqu'à un "stop" brutal situé au niveau de la carotide supra-clinoïdienne.

Aucune branche intra-crânienne de la carotide n'est visible, seule l'ophtalmique est injectée sur les films tardifs.

L'aspect cupuliforme de l'arrêt du contraste venant mouler la queue du caillot était en lui-même très évocateur d'oblitération d'origine embolique.

Dans le but de prévenir l'extension de l'obstruction, le malade est transféré dans le service pour tentative de désoblitération.

**L'intervention a lieu le jour-même à 12 heures** (soit 12 heures après l'installation du déficit) (Dr DECHAUME, Ph. BRET).

La voie d'abord fronto-temporale habituelle est utilisée, après mise en place d'une ponction lombaire continue ouverte dès l'incision de la peau.

L'ouverture de la dure-mère donne issue à quelques caillots sous-duraux frais liés à la rupture d'une veine cortico-durale, elle-même consécutive sans doute à un affaissement parenchymateux exagéré.

Le cortex présente extérieurement un aspect normal. Il est relativement aisé d'avoir accès sur la région optochiasmatique où l'on repère la carotide qui est noirâtre et tendue sur environ 5 mm.

L'ouverture du pli fronto-temporal et la dissection de l'artère vers l'aval permettent de vérifier que le vaisseau retrouve un aspect normal après ce segment.

L'oblitération est donc segmentaire et ne s'étend pas jusqu'à la bifurcation carotidienne.

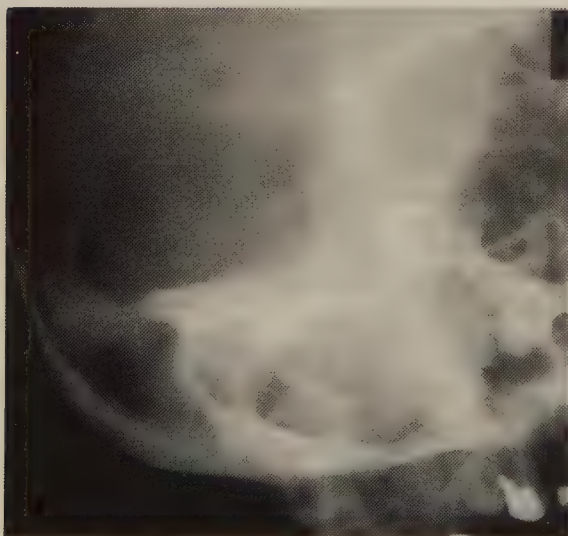
Une courte artériotomie (3 mm environ) est pratiquée en regard du caillot, à l'aide du bistouri fin, sous contrôle microscopique. Elle donne issue à un caillot noirâtre qui est évacué par aspiration. Ce geste permet d'obtenir un flux sanguin très important par l'artériotomie et oblige à l'application d'un clip de Scoville, non seulement en amont, mais aussi en aval en raison d'un reflux par la bifurcation.

La perméabilité semblant ainsi rétablie, l'artériotomie est fermée par trois points séparés 8-0. Après ablation des clips temporaires, le vaisseau a retrouvé une coloration normale et bat convenablement. Une petite suffusion hémorragique au site de l'artériotomie se tarit rapidement par application de Spongel.

Au total, le vaisseau est resté oblitéré au maximum 13 heures.

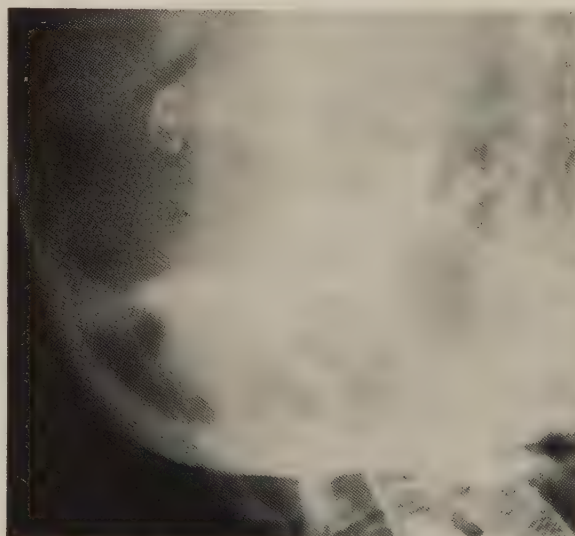
Quelques veines cortico-durales sont coagulées et sectionnées en raison de la traction qu'exerce sur elles le parenchyme cérébral affaissé. Un drain n° 24 est laissé en place dans l'espace sous-dural. Les différents plans osseux et cutanés sont fermés selon la technique habituelle.

Une artériographie carotidienne droite de contrôle est pratiquée deux heures après la fin de l'intervention.



**Cliché 8**

Artériographie carotidienne droite pré-opératoire (3/4)



**Cliché 9**

Artériographie carotidienne droite post-opératoire (3/4)

Une seule série sous incidences obliques postérieures est réalisée.

Celle-ci objective une parfaite injection de tout l'arbre sylvien droit et de la cérébrale postérieure par l'intermédiaire d'une communicante postérieure de calibre normal.

Deux faits sont à noter :

- la cérébrale antérieure n'est injectée sur aucun film ;
- il existe au niveau de la carotide désobstruée, une petite lacune claire pouvant correspondre à un résidu de matériel embolique.

#### **L'évolution post-opératoire immédiate.**

Deux heures après l'examen radiologique, le malade est conscient, tout déficit moteur a par ailleurs régressé.

A la 8e heure post-opératoire, s'installe un état de défaillance cardio-vasculaire aigu que rien ne laissait présager avec tachyarythmie à 200, polypnée, cyanose.

**Le malade décède le 13 avril 1971, soit au 2e jour post-opératoire, dans un tableau d'asystolie et de collapsus cardiovasculaire rebelle à toute réanimation.**

**L'examen nécropsique objectivait :**

— **Au niveau du crâne**, un foyer opératoire pratiquement normal. **Les carotides intra-crâniennes sont toutes deux perméables.** Il en est de même des vertébrales.

— **Les carotides cervicales** sont perméables.

— **Le coeur** est énorme (1,05 kg), il existe une péricardite adhésive sur toute l'étendue de l'organe. Sur la face antérieure du coeur, exactement au niveau de la paroi antérieure de l'infundibulum pulmonaire, il existe une brèche longue de 2 cm qui conduit à une cavité anfractueuse remplie de matériel nécrotique organisé et calcifié.

Il s'agit, à la coupe, d'un **abcès épicaudique** organisé.

Il existe par ailleurs une **fuite aortique et mitrale** à l'épreuve de l'eau. L'oreillette gauche est considérablement dilatée. La circonférence de l'orifice mitral est de 5 cm. Les valvules sont rigides et épaissies avec soudures commissurales des deux côtés. Le pilier antérieur est rigide, rétracté et calcifié.

Le ventricule gauche est dilaté, mais non hypertrophié. Les sigmoïdes aortiques sont le siège de rétractions valvulaires, de soudures commissurales et de petites végétations fibrineuses. La circonférence aortique est de 8 cm.

Le coeur droit ne présente aucune anomalie valvulaire ou pariétale.

Un examen histopathologique complémentaire (Pr Ag. R. LOIRE) retrouve "des séquelles d'endocardite rhumatismale au niveau des valvules mitrales et aortiques, mais la lésion épicaudique reste assez mystérieuse quant à son étiologie".

**L'examen d'encéphale** est pratiqué le 13 mai 1971 (Pr TOMMASI).

L'examen externe montre un gros engagement amygdalien bilatéral et une infiltration hémorragique de la leptoméninge sur le pôle frontal droit, avec une congestion veineuse considérable.

Les coupes vertico-frontales des hémisphères cérébraux montrent des hémorragies sous-corticales dans le lobe orbitaire droit, et de petits hématomes (noyaux de cerise) dans la substance blanche axiale du territoire limitrophe supéro-externe.

L'examen du tronc cérébral et du cervelet est négatif.

**OBS. N° IV**

C... Yves, 44 ans.

*Résumé :*

**Double localisation embolique carotidienne droite : extra et intra-crânienne.**

**Désobstruction chirurgicale par abord mixte extra et intra-crânien.**

**Contrôle angiographique : perméabilité.**

**Amélioration du déficit.**

**Décès au 21e jour dans un tableau ictéro-anurique.**

Cet industriel de 44 ans adressé dans le service le 3 juin 1971, pour hémiplégie gauche survenue brutalement 24 heures auparavant, ne présente d'autres antécédents qu'un traumatisme crânien de moyenne gravité survenu 16 ans avant.

Lors de l'hospitalisation, l'examen ne révèle aucune anomalie, tant sur le plan général que cardiovasculaire. La T.A. est à 14. Les carotides sont perçues, l'électrocardiogramme ne décèle aucun trouble du rythme.

Le déficit moteur gauche est global, intéressant tant les membres que la face. Il existe une discrète obnubilation, mais le malade exécute facilement tous les ordres simples.

**Une artériographie carotidienne droite est immédiatement réalisée.**

Il existe : d'une part, un aspect lacunaire de la carotide interne à 5 cm en aval de son origine et étendu sur 4 cm environ. L'aspect régulier du défaut radiologique ainsi que son siège sont peu évocateurs d'une sténose athéromateuse ; d'autre part, sur les temps intra-crâniens, une oblitération complète de la carotide supra-clinoïdienne avec un effilement progressif du produit de contraste, sans injection des branches intra-crâniennes.

L'association des deux images évoque le diagnostic d'embolie carotidienne bifocale, extra et intra-crânienne.

**Une artériographie carotidienne gauche est réalisée dans le même temps dans le dessein de préciser l'extension de l'oblitération au niveau du polygone de Willis.**

Celle-ci, réalisée sous compression de la carotide droite, montre des images artérielles et veineuses normales sans passage dans le territoire carotidien droit.

L'angiographie carotidienne gauche n'objective pas de contre-engagement de la cérébrale antérieure.

**L'intervention est réalisée le 4 juin 1971 (Dr DECHAUME, Dr DERUTY, Ph. BRET), soit 48 heures après l'installation du déficit.**

Dans un premier temps est réalisée l'exposition de la bifurcation carotidienne par une incision cervicale droite.

Dans un deuxième temps, la taille d'un volet fronto-temporal droit permet l'abord de la carotide intra-crânienne, qui est manifestement oblitérée, et la dissection sous microscope de l'origine de la cérébrale antérieure et de la sylvienne correspondantes, qui ne semblent pas intéressées par le processus embolique.

Une première artériotomie longitudinale est pratiquée au bistouri sur les premiers millimètres de la carotide supra-clinoïdienne. L'aspiration de quelques caillots permet d'obtenir un flux modéré, mais certain.

Une deuxième artériotomie plus distale, à proximité de la bifurcation, aboutit à l'évacuation de quelques fragments emboliques permettant alors d'obtenir un bon reflux d'aval.

Deux clips de Scoville sont alors placés sur l'artère de part et d'autre des artériotomies.

En se portant sur l'incision cervicale et après clampage des carotides externe et primitive, on réalise une courte artériotomie sur la carotide interne extra-crânienne, l'on injecte à ce niveau 250 000 unités de STREPTOKINASE <sup>(1)</sup> et l'on clampe temporairement au-dessus de l'artériotomie.

Après une attente de quarante minutes, on introduit dans la carotide cervicale une sonde de FOGARTHY n° 2, qui permet de retirer des caillots noirâtres, extrêmement liquides.

L'artériotomie extra-crânienne est alors suturée par un court surjet à l'ETHICON 6-0.

La levée temporaire du clip intra-crânien proximal objective alors la survenue d'un flux d'amont beaucoup plus important.

L'artériotomie distale est alors fermée aux points séparés 8-0. L'application d'un Clip-Graft sur chaque artériotomie complète la fermeture des deux incisions, de part et d'autre de l'origine de la communicante postérieure. Les mâchoires des Clips-Grafts sont enrobées d'un peu d'adhésif ARON-ALPHA-A.

La levée des clips d'hémostase temporaire ne donne alors lieu à aucune suffusion hémorragique. La perméabilité semble rétablie au niveau de la carotide qui bat convenablement.

Un drain n° 24 est laissé en place dans le foyer opératoire, le volet réappliqué et les deux incisions crânienne et cervicale fermées selon la technique habituelle.

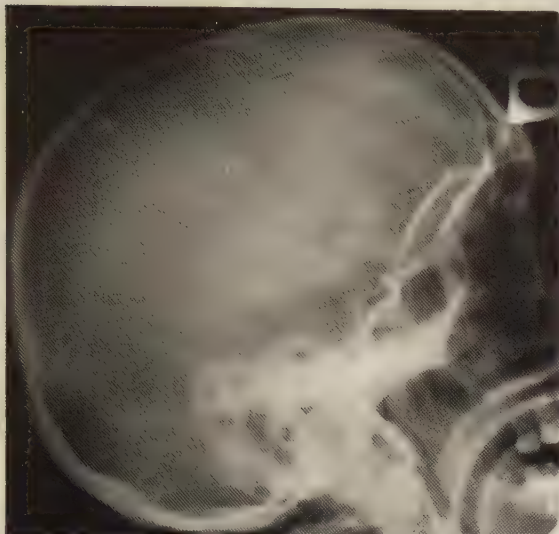
**Un contrôle angiographique** est pratiqué le 7 juin 1971, soit au troisième jour post-opératoire, par voie humérale droite.

La carotide cervicale semble avoir retrouvé un calibre normal alors qu'à l'étage intra-crânien, la carotide est perméable et permet une excellente injection des artères sylvienne et cérébrale antérieure.

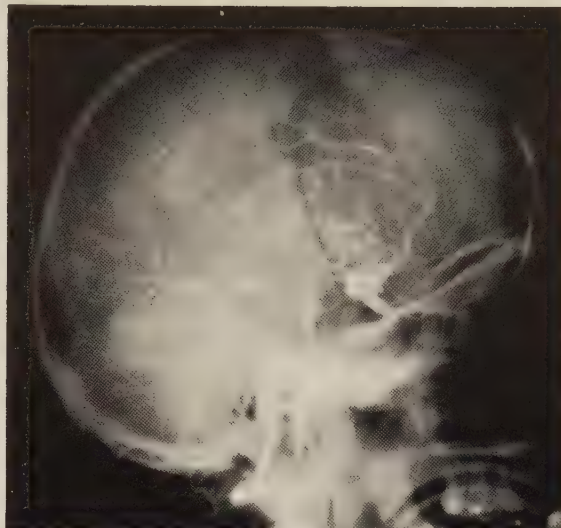
---

(1) STREPTASE (HOECHST)

La communicante postérieure, dont l'insertion carotidienne se situe entre les deux Clips-Grafts est également injectée par l'angiographie.



**Cliché 10** : Artériographie carotidienne droite pré-opératoire : noter l'aspect lacunaire de la carotide cervicale



**Cliché 11** : Artériographie post-opératoire par voie humérale droite

**Les suites opératoires** immédiates sont marquées par un réveil satisfaisant du malade accompagné d'une régression rapide du déficit moteur.

Après une phase initiale où tout semblait donc rentrer dans l'ordre, s'installe au quatrième jour, un tableau de collapsus cardio-vasculaire accompagné d'état de choc rapporté à une nécrose myocardique confirmée au tracé E.C.G. Parallèlement, la séméiologie s'enrichit d'un tableau infectieux d'hépatonéphrite avec oligurie et bientôt anurie, entraînant le décès du malade le 24 juin 1971, malgré la mise en oeuvre des techniques d'expuration extra-rénale.

#### **A l'examen nécropsique :**

— **Les vaisseaux** du polygone de Willis sont tous perméables, en particulier carotide interne, sylvienne, cérébrale antérieure et communicante postérieure droite. Les Clips-Grafts ne semblent pas sténoser la lumière artérielle.

#### **— A l'examen de l'encéphale (Pr TOMMASI) :**

Il existe extérieurement un volumineux ramollissement sylvien droit accompagné d'un oedème important de cet hémisphère et hernie cérébrale au niveau du volet opératoire.

On note également extérieurement un gros ramollissement plus ou moins hémorragique de l'hémisphère cérébelleux droit.

Les coupes vertico-frontales des hémisphères cérébraux montrent : un gros ramollissement sylvien droit partiel et profond, à caractère hémorragique dans sa profondeur, en cours d'organisation. En arrière, ce ramollissement sylvien devient véritablement sub-total.

Il existe par ailleurs un ramollissement électif du territoire de l'artère cérébrale antérieure droite, sur les 2/3 antérieurs de son étendue.

Au niveau du tronc cérébral et du cervelet, il existe sur les coupes horizontales un ramollissement hémisphérique, d'aspect récent, également hémorragique.

**Un examen histopathologique** (Dr BERGER) est pratiqué sur une coupe transversale de la carotide supra-clinoïdienne droite dans une région intéressée par l'une des deux artériotomies fermées par un Clip-Graft.

Il n'y a pas d'invagination pariétale dans la lumière qui est perméable. Le site de l'artériotomie, repérable par la rupture de la limitante élastique interne, est obturé par une cicatrice fibreuse.

Il n'y a aucun stigmate de nécrose pariétale.

**OBS. N° V**

D... Gilbert, 42 ans.

*Résumé :*

**Embolie sylvienne droite au cours d'un R.M. latent.**

**Embolectomie à la 6e heure.**

**Contrôle angiographique : perméabilité partiellement restaurée.**

**Résultat clinique satisfaisant.**

Ce sous-directeur d'usine de 42 ans était soigné depuis quelques années déjà pour accès de tachyarythmie paroxystique sans cardiopathie valvulaire connue.

Après une phase prodromique de quelques jours faite d'un état sub-fébrile avec rhino-pharyngite, ce sujet présente brutalement le 29 juin 1971 des algies latéro-cervicales et temporales droites, vite suivies de l'installation d'une hémiplégie gauche à prédominance brachio-faciale accompagnée d'une hémianesthésie grossièrement superposable.

Il n'existait aucun trouble de conscience, les pouls carotidiens étaient parfaitement perçus.

Le bilan cardiovasculaire et l'E.C.G. mettaient en évidence une arythmie complète par fibrillation auriculaire. Il n'existait pas de souffle audible à l'auscultation.

**Une artériographie carotidienne droite** est pratiquée une heure après l'installation du déficit.

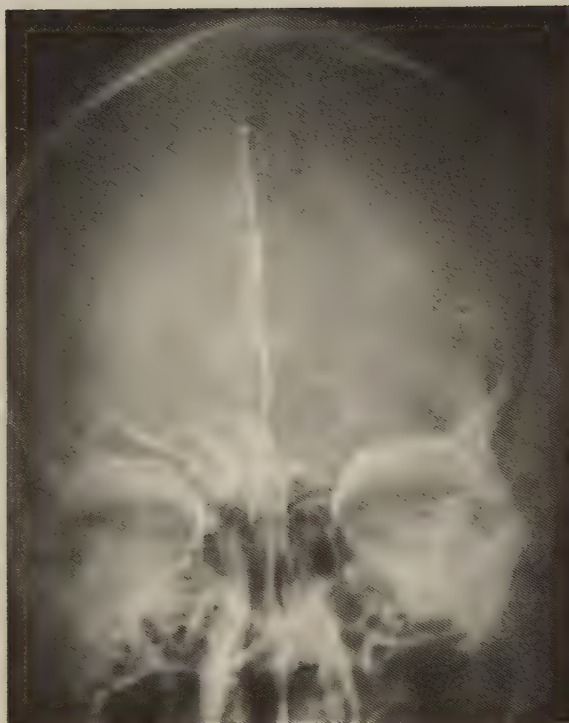
Celle-ci objective une oblitération complète du tronc de l'artère sylvienne à 0,5 cm de la bifurcation carotidienne. Aucune branche sylvienne n'est d'ailleurs injectée sur les films précoces de la série, seule est visible sur les films tardifs une importante circulation collatérale provenant de la cérébrale antérieure. Un geste désobstruteur semblant indiqué en raison du faible délai écoulé et de la nature probablement embolique de l'oblitération, le malade est transféré dans le service.

**L'intervention** (Dr DECHAUME, Dr DERUTY, Ph. BRET) se déroule le jour-même, après mise en place d'un trocart à ponction lombaire et par l'abord fronto-temporal habituel.

L'utilisation conjointe d'Urée-Mannitol et du drainage spinal dès l'ouverture de la dure-mère permet d'obtenir un affaissement cérébral très satisfaisant et d'accéder rapidement sur la bifurcation carotidienne.

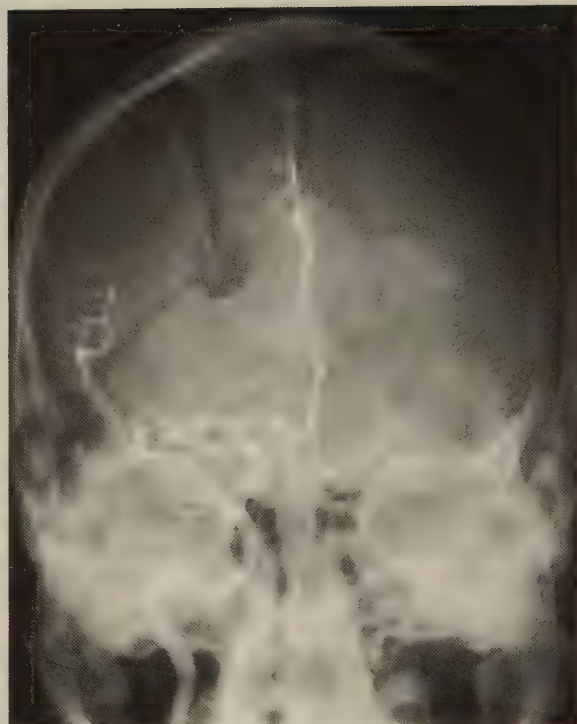
La mise en place du microscope opératoire facilite la dissection de la sylvienne depuis l'origine du tronc artériel jusqu'aux bifurcations de deuxième ordre.

Il est possible ainsi de mettre en évidence l'oblitération dans son ensemble. Celle-ci semble débiter 2 mm après l'origine de l'artère jusqu'à l'émergence des deux branches secondaires qui sont injectées à contre-courant. Il est possible d'apercevoir une collatérale issue du tronc, qui est également injectée à contre-courant.



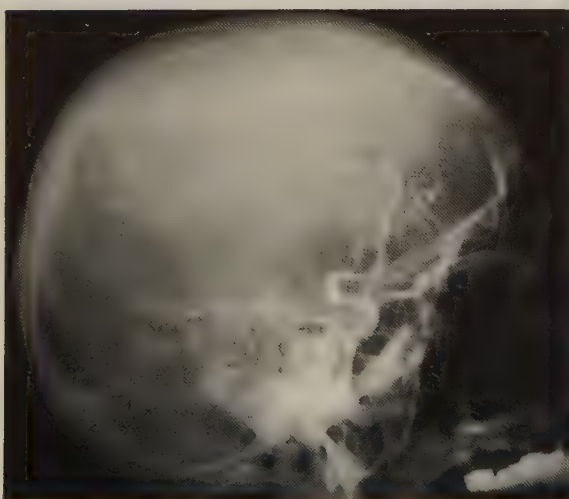
**Cliché 12**

Artériographie carotidienne droite pré-opératoire (face).



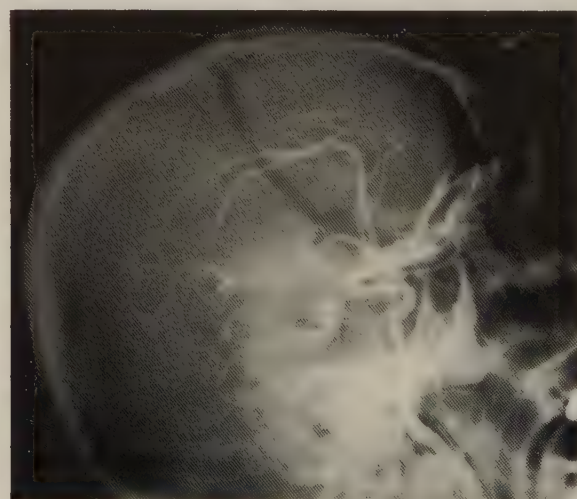
**Cliché 13**

Artériographie carotidienne droite post-opératoire (face).



**Cliché 14**

Artériographie carotidienne droite pré-opératoire (profil).



**Cliché 15**

Artériographie carotidienne droite post-opératoire (profil).

Une courte artériotomie longitudinale est pratiquée au bistouri fin sur l'origine de l'une des branches de bifurcation. Ce geste donne issue à quelques caillots. On engage alors prudemment par l'incision l'extrémité d'une sonde de Fogarthy n° 3, qui est introduite progressivement jusqu'au niveau de la bifurcation carotidienne. Par deux tentatives successives, l'utilisation de la sonde permet l'ablation de tout l'embol situé en amont de l'artériotomie, suivie d'un remplissage artériel immédiat et de l'apparition d'un flux sanguin considérable par l'incision artérielle.

Un clip de Scoville est alors appliqué sur l'origine de la sylvienne.

La désoblitération est alors complétée vers l'aval par une aspiration douce permettant l'obtention d'un flux rétrograde très satisfaisant.

L'application d'un Clip-Graft (2,5 mm) sur l'artériotomie assure une étanchéité satisfaisante et ne semble pas sténoser la lumière artérielle.

L'artère sylvienne a repris une coloration normale et les deux branches de bifurcation paraissent perméables.

Au total, le vaisseau semble avoir été oblitéré pendant 6 heures.

**Une artériographie carotidienne droite de contrôle** est pratiquée à la 48e heure post-opératoire :

Celle-ci objective une reperméation complète du tronc sylvien ainsi que l'injection de sa branche inférieure de bifurcation réalisant sur le profil un remplissage partiel du vide vasculaire antérieurement noté, par le groupe des artères temporales et temporo-pli courbe.

La branche sur laquelle le clip-graft avait été appliqué n'est pas visible et le groupe des artères rolandiques semble injecté à contre-courant.

**Les suites opératoires** imposent au deuxième jour la réalisation d'une trachéotomie face à un encombrement bronchique progressif.

Un traitement anti-coagulant est instauré à partir du 5e jour en raison d'un accès de tachycardie paroxystique faisant redouter l'imminence d'un accident embolique itératif.

La régression du déficit moteur s'amorce dès la première semaine, intéressant d'abord le membre inférieur, puis le membre supérieur.

Un bilan cardiologique complet, comprenant notamment un phonocardiogramme permettait de suspecter chez ce malade l'éventualité d'un rétrécissement mitral muet. L'hypothèse d'un myxome auriculaire, un instant soulevée, se trouvait ainsi éliminée (un examen microscopique du caillot avait d'ailleurs objectivé un aspect fibrino-cruorique banal sans image pouvant évoquer un myxome).

Le malade quittait le service le 6 août 1971, à destination d'un centre de rééducation. La marche avec appui était possible, mais le déficit restait notable à l'extrémité distale du membre supérieur.

La reprise du travail s'est effectuée à mi-temps 4 mois après l'intervention.

Revu fin janvier 1972, une marche sans appui lui était possible ainsi que les mouvements de flexion des doigts, de prosupination et d'abduction du bras. La paralysie faciale était indécélable au repos.

Le malade avait, à cette date, repris son activité antérieure.

**OBS. N° VI**

P... Marie-Thérèse, 16 ans.

*Résumé :*

**Embolie septique de la sylvienne droite au cours d'une endocardite infectieuse.**  
**Désobstruction chirurgicale au 14<sup>e</sup> jour.**  
**Contrôle angiographique : perméabilité.**  
**Régression du déficit.**

Cette jeune fille de 16 ans, élève d'un C.E.T. était porteuse d'une endocardite rhumatismale avec insuffisance mitrale séquellaire, consécutive à une maladie de Bouillaud dont la première poussée remontait à février 1970.

Trois jours après l'apparition d'un état infectieux fait de fièvre et d'arthralgies de l'épaule droite, la malade présente brutalement le 9 mars 1972 une hémiplégie gauche brutale intéressant préférentiellement la face et le membre supérieur.

Hospitalisée pendant 9 jours en milieu cardiologique, la malade fait l'objet d'un bilan général et cardiovasculaire qui met en évidence :

- un souffle systolique apexo-axillaire d'insuffisance mitrale ;
- un tracé E.C.G. normal (ni arythmie complète, ni onde P mitrale) ;
- un taux d'A.S.L. à 250 unités et d'A.S.K. à 8 fois le taux normal ;
- à l'hémogramme, une légère élévation du chiffre des leucocytes (10 500).

En raison d'un état fébrile persistant à 38°5 et d'une sédimentation globulaire à 48 %, le diagnostic évoqué est celui d'endocardite infectieuse greffée sur séquelles d'endocardite rhumatismale et compliquée d'embolie artérielle cérébrale, malgré l'absence de porte d'entrée évidente, en particulier dentaire. Le tracé E.E.G. objectivait alors d'importantes perturbations au niveau de l'hémisphère droit.

**La malade est hospitalisée dans le service le 18 mars 1972.**

Le déficit brachio-facial restait total alors qu'une certaine motricité était possible au membre inférieur.

La malade était apyrétique à la suite de l'antibiothérapie instituée, laquelle semblait également rendre compte de la négativité des cinq hémocultures pratiquées.

**Une artériographie carotidienne droite** est pratiquée le 19 mars 1972. Il existe une oblitération complète de la sylvienne droite à 0,5 cm de son origine, faisant suite à un segment de carotide intracrânienne d'aspect globalement sténosé et irrégulier.

Les temps tardifs de l'angiographie authentifient l'injection à contre-courant d'une volumineuse branche issue de la région pariétale, mais qui reste séparée du moignon d'amont par une distance d'environ 2,5 cm.

Plus que l'aspect angiographique, le contexte étiologique et le mode d'installation du déficit permettaient de suspecter l'existence d'une embolie carotido-sylvienne droite et justifiaient à nos yeux l'indication opératoire, d'autant que le déficit ne marquait aucune tendance à la récupération.

**L'intervention est réalisée le 23 mars 1972 (Dr DECHAUME, Dr DERUTY, Ph. BRET).**

Après anesthésie générale, intubation et mise en place d'un drainage spinal continu, la réalisation d'un volet fronto-temporal droit permet un accès sur la base qui est rendu délicat par de nombreuses adhérences arachnoïdiennes.

Le parenchyme saigne au contact, ce qui rend difficile la dissection de la bifurcation. Il existe au niveau du pli fronto-temporal, dans les régions sous-arachnoïdiennes des dépôts blanchâtres d'aspect purulent, l'ensemble réalisant une véritable gangue péri-vasculaire qui rend probablement compte de l'aspect spasmé constaté sur l'artériographie.

La dissection de cette gangue montre que la carotide et la sylvienne ont une coloration normale, cette dernière sur environ 7 mm. Le vaisseau prend alors un aspect blanchâtre et une allure vénoïde qui se poursuit jusqu'au niveau de sa bifurcation.

L'aspect redevient alors normal dans l'une des deux branches de bifurcation.

Un clip de Scoville est mis en place sur l'origine de l'artère sylvienne.

On réalise une courte artériotomie (2 mm) sous microscope, à environ 5 mm du début de l'oblitération. L'incision de l'artère donne alors issue à des grumeaux blanchâtres et purulents. L'expression douce de l'artère entraîne une nouvelle issue d'un matériel analogue.

On observe alors un reflux d'aval appréciable.

A l'aide d'une microspatule, on se porte alors vers l'amont où l'on obtient facilement un flux très important à la levée du clip de Scoville.

On envisage alors de fermer l'artériotomie avec un Clip-Graft. En raison d'une dissection insuffisante de la face postérieure de l'artère, ce procédé s'avère rapidement inapplicable et l'on ferme l'incision par un point au monofil 9-0.

La levée du clip de Scoville montre que l'artère a repris un aspect normal, sa paroi est rosée et pulsatile et la fermeture est étanche.

Après une hémostase soigneuse, la dure-mère est laissée ouverte et suspendue. Un drain n° 24 est laissé au sein de la cavité opératoire. Le volet est réappliqué et les plans superficiels fermés en deux plans.

Différents fragments ont été adressés au laboratoire d'anatomopathologie.

**Au cours des suites opératoires**, la malade fait l'objet d'un traitement anticoagulant instauré à la 48e heure et d'une antibiothérapie massive (Pénicilline 40 M/j, Streptomycine 2 g/j), ne prévenant pas la survenue de clochers thermiques à 40° au cours desquels les hémocultures restent négatives.

Sur le plan neurologique, la régression du déficit intéresse au cours de la première semaine le membre inférieur gauche au niveau duquel persistait seul un discret déficit de topographie distale.

Au 15<sup>e</sup> jour s'ébauchait la récupération du membre supérieur avec l'apparition de quelques mouvements spontanés au niveau des doigts et s'étendant progressivement au membre dans son ensemble.

**Une artériographie carotidienne droite de contrôle est réalisée le 10 avril 1972.**

Le tronc sylvien est bien injecté ainsi que l'une des branches de bifurcation qui n'est visible cependant qu'avec retard.

La carotide terminale a repris un calibre sensiblement normal.

Deux faits sont à noter :

- Malgré une ponction artérielle de bonne qualité technique, la cérébrale antérieure n'est pas injectée.
- Du groupe des artères insulaires, seules les deux premières semblent faire l'objet d'une réinjection par l'amont.

**L'examen histopathologique** des fragments prélevés en cours d'intervention objective (Dr BERGER) :

- *L' "embol septique"* est constitué par un dépôt fibrino-cruorique effectivement tatoué d'assez nombreux éléments inflammatoires (polynucléaires surtout).

- *Le "prélèvement arachnoïdien"* correspond à un tissu fibrovasculaire probablement dural. Le tissu est infiltré par des éléments cellulaires fortement remaniés, difficilement reconnaissables, avec cependant un certain nombre de polynucléaires et quelques éléments peu volumineux. Compte tenu de l'état de fixation défectueux, il paraît s'agir là d'arachnoïdite granulomateuse sans qu'on puisse préciser plus avant l'étiologie de cette inflammation.

- Le fragment de *"parenchyme infecté"* correspond à un amas cellulaire presque entièrement nécrotique, où sont pourtant reconnaissables quelques polynucléaires et quelques éléments évoquant fortement les corps granuleux. Il paraît s'agir là de tissu cérébral fortement ramolli et infecté.

**La malade quitte le service** le 14 avril 1972, alors que persistent une paralysie faciale gauche et un discret déficit proximal du membre supérieur gauche. La marche est normale.

La persistance d'un état sub-fébrile et d'une sédimentation accélérée authentifiant alors l'évolutivité du processus endocarditique justifie le transfert de la malade en milieu cardiologique.

TABLEAU VIII : ETIOLOGIE

| Obs. | Age | Sexe | Siège         | Cause                  |
|------|-----|------|---------------|------------------------|
| I    | 45  | F    | Syl. G        | ?                      |
| II   | 25  | F    | C.A. (unique) | ?                      |
| III  | 35  | M    | C.I. D        | Mitro-aortique         |
| IV   | 44  | M    | C.I. D        | Infarctus myocardique  |
| V    | 42  | M    | Syl. D        | R.M. latent + arythmie |
| VI   | 16  | F    | Syl. D        | E.I. + embol septique  |

TABLEAU IX : TECHNIQUE

| Obs. | Siège  | Délai | PL | Artériotomie                              | Embolectomie                                | Fermeture                            |
|------|--------|-------|----|-------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|
| I    | Syl. G | 9 j   | +  | 2 longitudinales                          | Fragmentation + aspiration<br>Catheter      | Suture 8-0                           |
| II   | C.A.   | 4 j   | +  | 1 longitudinale                           | Fragmentation + aspiration<br>Catheter      | Clip-Graft                           |
| III  | C.I. D | 12 h  | +  | 1 longitudinale                           | Aspiration                                  | Suture 8-0                           |
| IV   | C.I. D | 48 h  |    | 2 longitudinales<br>+ 1 (extra-crânienne) | <b>Streptokinase</b><br>+ aspiration        | Suture + 2 Clips-Grafts<br>+ adhésif |
| V    | Syl. D | 6 h   | +  | 1 longitudinale<br>(branche)              | <b>Fogarty</b> → amont<br>Aspiration → aval | Clip-Graft                           |
| VI   | Syl. D | 14 j  | +  | 1 longitudinale                           | Fragmentation + aspiration                  | Suture 9-0                           |

TABLEAU X : RESULTAT

| Obs. | Siège  | R. Angiographique | R. Clinique                                  |
|------|--------|-------------------|----------------------------------------------|
| I    | Syl. G | Inchangé          | Hémiplégie persistante - Aphasie régressive  |
| II   | C.A.   | Inchangé          | Paralysie faciale - Troubles psychiques      |
| III  | C.I. D | Désoblitération   | Déficit régressif - Décès en asystolie       |
| IV   | C.I. D | Désoblitération   | Déficit régressif - Décès (embols multiples) |
| V    | Syl. D | Désoblitération   | Déficit régressif - Reprise travail 4e mois  |
| VI   | Syl. D | Désoblitération   | Déficit régressif (recul : 1 mois)           |



Notre expérience personnelle en matière d'embolectomie artérielle intra-crânienne et l'étude de la littérature dans ce domaine, nous ont amené à nous pencher au cours de ces deux dernières années sur les différentes difficultés que pose la réalisation de ce geste en chirurgie humaine, notamment :

- sur le plan des METHODES CHIRURGICALES utilisables ;
- et sur le plan de l'interprétation des RESULTATS et de la SELECTION DES CAS CHIRURGICAUX.



## **CHAPITRE III**

### **TECHNIQUE CHIRURGICALE**

L'abord chirurgical du vaisseau, la désobstruction elle-même, la fermeture de l'artériotomie, ainsi que la protection du parenchyme cérébral voisin, sont autant de difficultés que l'opérateur doit aborder et tenter de résoudre en utilisant conjointement le bénéfice qu'apportent :

- les techniques modernes d'anesthésie-réanimation,
- l'utilisation du microscope,
- l'application rigoureuse des principes de la microchirurgie vasculaire enseignés par une expérimentation animale préalable,
- l'adaptation enfin de ces principes aux données anatomiques révélées par l'intervention.

Notre expérience nous enseigne en effet qu'il est illusoire de préjuger, avant l'intervention, des procédés à utiliser et que c'est bien souvent à crâne ouvert que l'on pourra, en fonction des conditions locales, effectuer un choix entre les différentes techniques d'embolotomie et de fermeture de l'artériotomie.

## I. ABORD CHIRURGICAL DU VAISSEAU ET MISE EN EVIDENCE DE L'OBLITERATION

1. LA PREMIERE CONDITION à une exposition convenable de l'artère oblitérée est la réalisation d'un volet suffisamment large.

L'unanimité des auteurs semble faite sur la nécessité de tailler un volet fronto-temporal centré sur la petite aile sphénoïdale et complété par une craniectomie temporale étendue jusqu'à la base afin de permettre l'hémostase préventive des veines temporo-polaires. Il nous a semblé particulièrement utile d'étendre le volet loin en avant et en bas afin que la berge osseuse frontale ne s'intercale pas entre le champ opératoire et l'objectif du microscope.

2. LA DEUXIEME CONDITION est l'obtention d'un **affaissement cérébral** suffisant pour autoriser des manoeuvres d'écartement non traumatisantes au cours de l'abord des artères de la base, et pour s'abstenir de toute résection parenchymateuse.

Le **drainage spinal continu** constitue l'une des méthodes les plus efficaces et utilisée depuis longtemps par de nombreuses écoles neurochirurgicales. La mise en place d'une ponction lombaire avant le début de l'intervention et raccordée par une tubulure à un flacon permet un contrôle permanent de la quantité et de l'aspect du liquide écoulé.

CHOU (1963) est le seul à signaler l'utilisation de cet artifice chez son malade. Nous avons personnellement pu apprécier la qualité de la déplétion cérébrale obtenue par le drainage spinal chez 5 de nos malades (obs. I, II, III, V et VI).

**Des règles précises d'utilisation** nous ont semblé la condition de son efficacité et de son innocuité :

- La tubulure ne doit être déclampée que lors de l'ouverture de la dure-mère. La vidange des ventricules entraîne alors au bout de quelques minutes un collapsus cérébral suffisant. Il apparaît inutile et dangereux de commencer le drainage dès le début de l'intervention. Dans le seul cas où il nous a semblé bon d'agir ainsi (obs. III) est survenue une hémorragie sous-durale consécutive à une traction exagérée du parenchyme sur une veine-pont, ayant entraîné sa rupture.
- Cette éventualité survenant en cours d'intervention impose l'arrêt du drainage, à fortiori lorsque le L.C.R. écoulé apparaît teinté de sang.

**L'administration par voie veineuse de médicaments anti-oedémateuses** peut également constituer un précieux adjuvant de la déplétion cérébrale. Dans l'observation V, l'association drainage spinal-perfusion d'Urée-Mannitol a été nécessaire pour l'abord de la région carotidienne et la dissection du tronc sylvien.

Il est nécessaire enfin d'éviter les à-coups d'hyperventilation pulmonaire générateurs d'alcalose respiratoire et secondairement d'ischémie et d'oedème cérébraux.

**L'utilisation pré et per-opératoire de perfusions de solutés à bas poids moléculaire (RHEO-MACRODEX)**, dont nous n'avons pas l'expérience, constituerait pour SUNDT, GRANT et GARCIA, un moyen efficace de lutter contre l'ischémie cérébrale.

L'administration de ces solutés risque cependant de décompenser un équilibre cardiaque, souvent précaire chez ces malades, par la surcharge volémique qu'ils induisent.

Enfin, la **protection contre l'ischémie cérébrale conférée par une hypothermie légère** et utilisée au cours des premières tentatives chirurgicales (WELCH 1956, PIAZZA et GAIST 1960, JACOBSON 1960, SHILLITO 1964) semble une méthode actuellement abandonnée. Nous n'en avons pas l'expérience.

**3. LA MISE EN EVIDENCE DE L'ARTERE OBLITEREE** est facilitée par l'utilisation du microscope opératoire, mis en place dès que l'écarteur autostatique a permis de dissocier lobe frontal et lobe temporal et d'apercevoir ainsi la carotide terminale au contact du nerf optique correspondant.

Après ouverture de l'arachnoïde de la région opto-chiasmatique permettant une vidange supplémentaire du L.C.R., la dissection est poussée en fonction de la topographie de l'obstruction démontrée par l'artériographie et de sorte que celle-ci soit visible dans son ensemble, c'est-à-dire intercalée entre 2 portions artérielles saines.

L'aspect bleuté offert par l'artère au niveau de l'oblitération embolique en permet facilement le repérage, la migration de l'embol entre le moment de l'artériographie et le moment de l'intervention, même séparés de quelques heures, étant une éventualité mentionnée par certains auteurs (SHILLITO 1964, GALIBERT 1971). Dans notre cas d'embol septique, l'oblitération conférait à l'artère un aspect blanchâtre très différent.

**Dans nos observations, il a toujours été possible, en réalisant une dissection suffisamment poussée vers l'aval, d'affirmer le caractère segmentaire de ces oblitérations emboliques :**

- Dans l'observation II, les deux extrémités de l'embol obstruant la lumière de la cérébrale antérieure dans son premier segment étaient parfaitement visibles et n'étaient pas séparées de plus de 1 cm.
- Dans les observations III et IV, concernant des embolies carotidiennes, il était possible d'apercevoir la tête de l'embol qui restait en amont de la bifurcation.
- Dans nos trois cas d'embolies sylviennes enfin (obs. I, V et VI), la longueur de l'oblitération ne dépassait pas 2 cm, et celle-ci ne s'étendait pas sur plus de quelques millimètres au-delà de la bifurcation. La réinjection se faisait à partir d'une des premières branches importantes après la bifurcation.

La découverte d'un segment d'aval perméable nous semble donc toujours possible. Cette particularité n'est cependant pas mentionnée par tous les auteurs avec l'intérêt que nous voulons lui accorder, au même titre que le siège exact de la queue de l'embol.

Chez le deuxième malade de WELCH (1956), l'oblitération embolique débutait après 1 cm environ de tronc sylvien, et l'auteur signale avoir effectivement pu distinguer l'extrémité distale du caillot envahissant l'une des branches sur 1 cm également. Au-delà, l'artère était perméable.

CHOU a pu également, en poussant la dissection au-delà de la bifurcation sylvienne, apercevoir l'embol dans sa totalité.

Les constatations de LOUGHEED s'inscrivent aussi dans ce sens : chez son malade un embol oblitérait la carotide terminale, se prolongeait sur 2 cm dans la sylvienne et atteignait la naissance de la communicante dans la cérébrale antérieure.

La possibilité d'embolie avec double localisation étagée est également signalée par SHILLITO qui, après exérèse de matériel embolique dans la carotide interne supra-clinoïdienne, ne constate de pulsations qu'au niveau de la cérébrale antérieure. En disséquant la sylvienne, l'auteur découvre un autre embol plus distal oblitérant la bifurcation de cette artère et séparé du premier par un segment sain.

Les autres auteurs par contre ne soulignent pas cette particularité (YASARGIL), ou n'en font pas mention (SUNDT, GALIBERT). *Le caractère segmentaire de ces oblitérations nous semble cependant mériter une attention toute particulière et imposer, à notre avis, trois conclusions :*

- La constitution d'une thrombose extensive en aval de l'oblitération embolique représente une éventualité qui nous paraît rare, et sans critères angiographiques. L'absence de visualisation d'une circulation collatérale ne constituant pas un argument suffisant pour juger de son existence (cf. obs. I de WELCH, obs. I et III de la série présentée).
- Il nous semble nécessaire de pousser la dissection le plus loin possible vers le segment d'aval afin d'apercevoir la tête de l'embol et de choisir le lieu électif de l'artériotomie.
- La mise en évidence de l'oblitération dans son ensemble semble le meilleur garant dans la réalisation et dans l'affirmation d'une embolectomie totale.

## II. TECHNIQUE DE L'EMBOLECTOMIE

La désoblitération du segment occlu voit se succéder trois temps :

- l'artériotomie,
- l'ablation du matériel embolique,
- la fermeture de l'artériotomie.

### A. L'ARTERIOTOMIE

La réalisation d'une artériotomie de bonne qualité technique est une condition indispensable à une extraction complète de l'embol et surtout à une fermeture étanche et non sténosante du vaisseau.

Chez nos malades, nous avons utilisé une lame de bistouri fin. Son application dans le sens vertical permet de perforer d'emblée toutes les tuniques de l'artère. L'orifice ainsi ménagé dans la paroi peut être étendu en aval et en amont à l'aide des microciseaux.

L'orientation de l'artériotomie peut être transversale ou longitudinale.

WELCH pratique chez sa malade l'exérèse d'un embol sylvien grâce à une artériotomie transversale située sur la portion distale du tronc artériel.

La majorité des auteurs semble cependant donner la préférence à une artériotomie longitudinale (CHOU, LOUGHEED, SUNDT, YASARGIL, DONAGHY, SHILLITO), préférence sans doute motivée par les possibilités d'extension plus grandes que confère une telle incision.

Chez tous nos malades, nous avons pratiqué l'embolectomie par le biais d'artériotomies longitudinales longues de 3 à 4 mm.

La plupart des auteurs se contentent d'une seule artériotomie.

Chez deux de nos malades (obs. I et IV), la réalisation de deux incisions distinctes nous a seule permis l'exérèse de la portion distale du caillot.

Le point le plus délicat est l'appréciation du niveau où l'artériotomie devra être réalisée afin d'aboutir si possible à une extraction en bloc de l'embol par son orifice et de limiter au maximum les tentatives itératives toujours traumatisantes pour la paroi.

A la lumière de notre expérience, il nous a semblé que la réalisation de l'artériotomie doit se faire **en zone oblitérée** et sur un segment relativement **distal** de celle-ci. La désobstruction du segment en aval de l'artériotomie est alors facilitée, car celui-ci est très court ; la désobstruction d'aval étant le problème le plus difficile.

**L'exérèse des fragments de caillot situés en amont nous a semblée aussi aisée que si l'artériotomie était proximale.**

Le caractère limité de notre série ne nous autorise cependant pas à faire une règle définitive de ce qui n'est qu'une impression opératoire.

Par ailleurs, un aspect inflammatoire localisé de l'artère oblitérée peut imposer une artériotomie en zone saine en vue de faciliter sa suture ultérieure.

Nous n'avons pas trouvé dans la littérature de publication faisant état de ce problème. Notons cependant que la série présentée par MALMROS amène à discuter d'un éventuel abord de l'oblitération par le biais d'un segment artériel perméable : cet auteur a pu en effet, dans 7 cas sur 9, au cours d'oblitérations emboliques de l'artère sylvienne, obtenir l'évacuation des caillots par le segment proximal de la cérébrale antérieure sectionnée.

Outre le sacrifice de la cérébrale antérieure, et par là-même du pilier antérieur du polygone, ce procédé nous semble comporter comme principal inconvénient l'absence de critères garantissant l'évacuation de la portion la plus distale de l'embol, même si le tronc sylvien peut paraître perméable.

Cette méthode dispense évidemment de toute fermeture d'artériotomie, l'hémostase étant obtenue par simple clippage du segment proximal de la cérébrale antérieure.

Signalons également l'artifice que PIAZZA et GAIST ont utilisé chez un malade porteur d'un embol par projectile bloqué dans l'artère sylvienne : le refoulement progressif du fragment métallique par manoeuvres externes jusque dans la carotide leur a permis l'exclusion du corps étranger par clippage de l'artère avant la bifurcation et la restauration de la continuité du polygone de Willis.

Cette technique, pour séduisante qu'elle puisse paraître, ne nous semble guère utilisable de façon courante, car elle transforme une embolie sylvienne en oblitération carotidienne définitive, et suppose par là un parfait fonctionnement du système de la communicante antérieure, dont l'appréciation est souvent aléatoire avant l'intervention.

## B. L'ABLATION DU MATERIEL EMBOLIQUE

Elle se devra aussi complète que possible en évitant tout traumatisme de l'endartère, source de récurrence de l'oblitération.

Le **clantage préalable** du segment d'amont pratiqué par CHOU, et le trapping temporaire de tout le segment obstrué préconisé par YASARGIL nous semblent inutiles avant l'obtention de tout reflux. En outre, ils suppriment l'intervention éventuelle de la poussée sanguine dans la mobilisation

de l'embol et la manipulation itérative des clips nécessaire à la vérification d'un reflux impose à la paroi artérielle un traumatisme superflu.

Nous avons préféré chez la plupart de nos malades n'appliquer des clips d'hémostase temporaire qu'après l'obtention d'un reflux.

**L'évacuation de l'embol peut se faire selon divers procédés :**

Assez souvent, dès la réalisation de l'artériotomie, une partie du caillot vient faire hernie entre les lèvres de l'incision. L'opérateur peut alors compléter l'exérèse à l'aide du microaspirateur permettant un "accouchement" progressif de l'embol. Cette manoeuvre nous est souvent apparue insuffisante et il a fallu lui adjoindre des mouvements d'expression douce pratiqués sur l'artère à l'aide des extrémités d'une pince fine. Ce geste permet la mobilisation de l'embol en le fragmentant progressivement et en le libérant d'adhérences pariétales.

A ce stade habituellement survient un flux sanguin important, éjectant les derniers caillots et imposant l'application d'un clip temporaire au niveau du segment reperméabilisé. La désobstruction du segment opposé sera menée selon la même démarche.

JACOBSON, DONAGHY et YASARGIL préconisent à cet effet l'introduction dans la lumière d'une **micro-sonde** comme dissecteur et pouvant également servir de tuteur à la mise en place d'un cathéter favorisant la suture de l'incision.

CHOU utilise avec succès les vertus associées de l'aspiration et de l'expression ; SHILLITO obtient un bon reflux d'aval en introduisant un **fin cathéter** par une incision du tronc sylvien et le poussant jusque dans les branches.

Le plus souvent, la littérature est assez peu prolixe en détails de ce genre.

**Dans deux cas (obs. IV et V), nous avons utilisé, devant les insuffisances de la méthode d'aspiration - fragmentation, des techniques inhabituelles :**

Nous appuyant sur les résultats des travaux cliniques de ZLOTNIK, GHITKINA, SEKACH et KOCIENKO (1968), de HANDA (1968) et de PROFETA et AMBROSIO (1970) mettant en évidence l'efficacité de la STREPTOKINASE directement placée au contact d'un embol de la circulation carotidienne, nous avons été amenés à expérimenter et à vérifier ces faits en créant chez le chien une fibrinolyse d'un caillot obtenu par injection de thrombine.

Devant des premiers résultats encourageants, nous avons cru bon d'appliquer cet artifice thérapeutique conjointement à l'abord chirurgical de l'artère oblitérée.

Chez le malade concerné par l'observation IV et qui était porteur d'une double localisation embolique carotidienne extra et intra-crânienne, l'injection de STREPTOKINASE (STREPTASE, HOECHST), directement au contact du caillot, nous a permis d'obtenir une liquéfaction considérable de celui-ci et de faciliter son évacuation par voie haute, tout en évitant l'irruption de cette substance fibrinolytique dans la circulation générale.

L'utilisation des vertus thrombolytiques locales de la STREPTOKINASE nous semble donc un adjuvant thérapeutique à prendre en considération lorsqu'un caillot trop adhérent à la paroi artérielle ne se prête pas aux techniques classiques d'embolectomie.

Dans le cas de notre cinquième malade, l'introduction dans le sens rétrograde d'une sonde de Fogarthy n° 3 nous a permis une désobstruction facile du tronc sylvien sans traumatisme pour la paroi artérielle. Nous n'avons pas trouvé, dans la littérature, d'exemple d'utilisation de cet artifice au niveau des artères intra-crâniennes. DAVIE et RICHARDSON rapportent deux tentatives d'embolectomies de la carotide terminale à l'aide d'une sonde de Fogarthy n° 4 introduite par voie cervicale. Dans un cas, la désobstruction a pu être vérifiée par l'artériographie ; dans l'autre cas, s'était installée une fistule carotido-caverneuse.

**Les moyens techniques dont dispose l'opérateur pour effectuer l'embolectomie sont finalement au nombre de quatre :**

- utilisation de la technique d'aspiration seule ou d'aspiration fragmentation,
- introduction d'une microsonde ou d'un fin cathéter relié à l'aspirateur (obs. I),
- application de Streptokinase dans le lit artériel, suivie d'aspiration,
- utilisation d'une sonde de Fogarthy.

Quels que soient les moyens mis en oeuvre, la preuve objective de la désobstruction est fournie par la survenue d'un reflux sanguin par l'amont et par l'aval.

Il est procédé à ce stade à l'application des deux clips hémostatiques d'amont et d'aval, chacun d'entre eux étant mis en place après désobstruction du segment correspondant.

## C. LA FERMETURE DE L'ARTERIOTOMIE

Elle doit tendre à la restitution d'une morphologie et d'un calibre artériel normaux.

C'est à ce moment de l'intervention que l'apport du microscope est du plus grand secours.

Deux procédés de fermeture sont théoriquement utilisables à cet effet :

### 1. Les microsutures constituent la méthode de choix, utilisée par la majorité des auteurs.

Elles présentent l'avantage d'assurer un affrontement parfait des berges artérielles, d'être applicables à des artériotomies étendues (jusqu'à 15 mm chez YASARGIL) et de pouvoir éventuellement inclure les bifurcations (SUNDT).

Le matériel de suture est identique à celui utilisé en pathologie expérimentale. Il s'agit d'un nylon monofil 7 à 10-0.

WELCH obtient une hémostase et un calibre artériel satisfaisants grâce à un seul point en X appliqué sur une artériotomie transversale. CHOU ferme son artériotomie aux points séparés 6-0 et doit réaliser un "wrapping" complémentaire pour obtenir l'hémostase ; mais depuis JACOBSON, l'utilisation du Nylon monofil à points séparés semble avoir conquis la faveur de la plupart des opérateurs (DONAGHY, LOUGHEED, YASARGIL).

Les techniques de sutures ne sont cependant pas sans inconvénients :

- Leur application correcte au fond de la cavité opératoire est souvent délicate, bien que toujours possible pour un opérateur rompu à la pratique du microscope. YASARGIL reste fidèle à la méthode, préconisant cependant l'application et la suture d'un patch. Cet auteur semble d'ailleurs être le seul à avoir eu recours à cet artifice.

- Elles exigent théoriquement un champ exsangue et imposent de ce fait une prolongation du temps de clampage d'un vaisseau désormais perméable. Si le maintien du clip sur l'amont nous a paru absolument indispensable en raison de l'importance du flux, le clampage d'aval peut être discuté et éventuellement remplacé pendant le temps de suture par l'aspiration continue du flux d'aval dont l'intensité modérée n'entraîne pas une déperdition sanguine trop importante.

- Enfin et surtout, elles risquent d'être inefficaces et délabrantes au niveau d'une artère athéromateuse ou inflammatoire sur laquelle l'éventualité d'une embolie est toujours possible. C'est ainsi que GALIBERT tente vainement une suture aboutissant à la rupture au niveau d'une sylvienne inflammatoire oblitérée par un embol septique.

Nous avons pu cependant, dans un cas, suturer une sylvienne inflammatoire (obs. VI).

Ces considérations nous ont conduit à envisager dans quelle mesure les méthodes de non-suture étaient applicables à la fermeture d'une artériotomie au niveau intra-crânien.

**2. Les méthodes de non-suture** auront pour elles l'avantage de leur rapidité d'application et n'excluent pas l'utilisation de la suture avec laquelle elles pourront être couplées.

Parmi les nombreuses méthodes imaginées par les auteurs (et résumées dans le tableau II), seule apparaît actuellement utilisable au niveau des artères intra-crâniennes, la méthode du **Clip-Graft** de SUNDT. Les divers coapteurs et autres prothèses métalliques sont d'un maniement trop complexe et ne sont pas adaptés à des vaisseaux de ce calibre et de cette profondeur (YASARGIL). Ils sont d'ailleurs plus souvent conçus pour la réalisation d'anastomoses termino-terminales que pour la réparation d'artériotomies simples.

Les résultats obtenus avec notre méthode du "meso" sont encore trop inconstants et le recul d'expérimentation trop faible pour que nous puissions raisonnablement envisager son emploi chez l'homme actuellement.

Le **Clip-Graft** de SUNDT est fabriqué à partir d'un clip de Mayfield modifié, dont les mâchoires sont tubulaires et garnies d'un manchon de Teflon.

Il est disponible en trois longueurs différentes : 3 - 5 et 7 mm et en 4 calibres différents : 2,5 - 3 - 3,5 et 4 mm ; les clips de 4 mm n'existant que dans des longueurs de 5 et 7 mm, on peut disposer ainsi d'une batterie de 11 clips différents, soigneusement conçus par l'auteur pour être applicables à chaque type d'artère du territoire carotidien.

Le Teflon est solidarisé avec les mâchoires du clip grâce à l'adhésif Silastic siliconé type A. Le dispositif est stérilisable à l'autoclave.

La mise en place du Clip-Graft doit répondre à **des règles très strictes**, l'auteur insistant sur le bénéfice apporté dans ces manœuvres par l'utilisation du microscope.

Appliqué à l'aide du porte-clip de SUNDT (pour ceux de 2,5 à 3,5 mm de diamètre) et à l'aide du porte-clip de Mayfield pour ceux de 4 mm, le Clip-Graft devra enrober toute l'artère de sorte qu'il soit possible de voir le vaisseau entrer tout entier par l'une de ses extrémités et en sortir également tout entier par l'autre. A cette condition, il est possible d'affirmer que les mâchoires n'ont pas pincé latéralement le vaisseau.

Initialement conçu par SUNDT pour le traitement des anévrysmes intra-crâniens, ce dispositif a été utilisé (1967) par l'auteur dans la fermeture d'artériotomies sylviennes, après endartériectomies pour thromboses athéromateuses.

Ce type de chirurgie, qui n'est pas notre propos, constitue l'indication de choix du Clip-Graft ; mais son utilisation n'est pas exclue sur une artère qui vient de faire l'objet d'une embolectomie.

Les principaux inconvénients du Clip-Graft sont :

- une impossibilité d'épouser la flexuosité d'une artère,
- l'impossibilité dans laquelle il est de réparer une artériotomie située à cheval sur une bifurcation, sans sacrifier l'une des deux branches,
- enfin et surtout la morphologie du clip nécessite la dissection de la face postérieure du vaisseau et impose évidemment le sacrifice de toute branche artérielle pouvant naître de l'artère au voisinage de l'incision.

**3. En pratique,** notre sentiment est que le choix de la méthode de fermeture ne peut là encore, être fait qu'à crâne ouvert, après une appréciation des conditions locales, en tenant compte :

- de la qualité de la paroi artérielle (qui est en principe saine en cas d'embolie),
- du siège de l'artériotomie,
- de la longueur de l'artériotomie,
- du niveau d'émergence de collatérales d'importance vitale et de leur possibilité de repérage angiographique et opératoire.

CEPENDANT, UN ESSAI DE SYSTEMATISATION PEUT ETRE TENTE en considérant le segment artériel intéressé par la désoblitération :

● *Au niveau de la carotide interne supra-clinoïdienne*, la réalisation d'une suture constitue, en principe, le procédé de choix facilité par le calibre relativement important de ce vaisseau.

L'utilisation du Clip-Graft n'est cependant pas à condamner dans cette localisation, soit à titre de renforcement d'une suture à la valeur hémostatique précaire, soit isolément.

Ses possibilités d'application dépendent largement du niveau d'émergence et de la valeur fonctionnelle de la communicante postérieure. SUNDT l'utilise dans le traitement des anévrysmes supra-clinoïdiens après une étude soigneuse de l'anatomie radiologique du polygone : si la cérébrale postérieure est injectée préférentiellement ou isolément par le tronc basilaire, l'auteur considère que l'on peut délibérément sacrifier la communicante postérieure en appliquant le Clip-Graft autour de la carotide. En cas de cérébrale postérieure à prédominance "carotidienne", il faut éviter à tout prix le sacrifice de la communicante postérieure en appliquant le Clip-Graft en amont ou en aval de celle-ci et en utilisant une autre technique en cas de repérage impossible.

Au cours des deux embolies carotidiennes que nous avons été amenés à opérer (obs. III et IV), nous avons pratiqué :

- chez le premier malade, une suture à points séparés 8-0,
- chez le deuxième malade, l'association sutures + 2 Clips-Grafts + adhésif Aron-Alpha-A.

L'angiographie de contrôle chez ce dernier, réalisée par voie brachiale droite objectivait la position des deux clips, qui semblaient respecter l'émergence de la communicante.

L'examen histologique post-mortem réalisé chez lui témoignait de l'efficacité de la fermeture obtenue ainsi que de l'absence de tout phénomène de nécrose pariétale, où l'on aurait pu incriminer l'application de l'adhésif. L'utilisation de ce dernier isolément nous semble cependant périlleuse et prématurée. Aucun auteur d'ailleurs ne signale avoir eu recours à cet artifice, même à titre de renforcement d'une suture.

● *Au niveau du tronc sylvien*, le souci constant de l'opérateur doit être le respect des branches se rendant au territoire profond de l'artère. Celles-ci ne sont pas toujours injectées par l'angiographie et il apparaît ainsi aléatoire d'apprécier leur niveau exact d'émergence. Des tentatives de repérage des branches perforantes en cours d'intervention imposeraient des manoeuvres de traction sur le tronc artériel pouvant aboutir à leur arrachement.

YASARGIL cependant, au cours de la dissection de l'artère, expose le segment oblitéré à l'aide d'une lame de caoutchouc glissée sous le lit vasculaire.

Quoiqu'il en soit, il semble infiniment préférable d'avoir recours au niveau du tronc sylvien à l'application d'une microsuture, comme nous l'avons fait chez deux de nos 3 malades.

Les travaux anatomiques de KAPLAN nous permettent cependant de penser qu'il n'est pas interdit de placer un Clip-Graft sur les tout premiers millimètres de l'artère sylvienne. Cet auteur démontre en effet sur plus de 50 spécimens anatomiques, qu'il existe un rapport direct entre le niveau d'émergence des perforantes et la longueur du tronc sylvien :

- En cas de tronc sylvien long (3 cm ou plus), les branches prennent naissance au niveau de son tiers moyen ou de son tiers externe.
- En cas de tronc sylvien de 2,5 cm ou moins, les perforantes s'implantent sur son tiers externe, sur la bifurcation et parfois sur l'origine de l'une des branches. Ces faits se sont trouvés confirmés au cours d'un travail anatomique que nous avons récemment entrepris.

● *Au niveau des branches de bifurcation sylvienne*, ces notions sont à prendre en considération afin d'apprécier l'opportunité d'appliquer une suture plutôt qu'un Clip-Graft.

Chez le malade concerné par l'observation V, où les conditions anatomiques nous ont fait préférer la pratique de l'artériotomie sur une branche, nous avons appliqué un Clip-Graft 5 mm/2,5 mm. L'inspection opératoire utilisant le grossissement maximum du microscope n'ayant pas montré de collatérale à ce niveau.

● *Au niveau de la cérébrale antérieure*, le problème du choix de la fermeture apparaît un peu théorique, compte tenu de la rareté de cette localisation embolique, et du caractère encore plus exceptionnel de la légitimité d'une indication opératoire à ce niveau.

Le problème peut néanmoins se poser en cas d'embolie oblitérant la bifurcation carotidienne au cours de laquelle l'opérateur aura été amené à étendre son incision à l'origine de la cérébrale antérieure. Dans cette éventualité, l'application d'une microsuture semble la seule solution possible.

Chez notre malade (obs. II), l'oblitération n'intéressait que la cérébrale antérieure, l'utilisation du plus petit Clip-Graft disponible a permis la fermeture de l'artériotomie.

- *Au niveau du tronc basilaire* (STEVENSON) les conditions anatomiques et en particulier l'étagement sur toute la hauteur des artères paramédianes (LAZORTHES), n'offrent guère le choix d'une méthode autre que celle des sutures.



## **CHAPITRE IV**

### **LES RESULTATS**

Il peut apparaître téméraire d'apporter des résultats et surtout d'en tirer des conclusions sur le plan des indications chirurgicales, à partir des séries citées dans la littérature et ceci pour de multiples raisons :

- Les cas rapportés sont le fait d'opérateurs différents, les critères de guérison, d'amélioration et de perméabilité allégués varient de ce fait d'une série à l'autre.
- Les imprécisions concernant le délai d'intervention, les modalités opératoires, l'évolution de l'état neurologique sont fréquentes.
- un certain nombre de malades n'a pas subi d'examen angiographique de contrôle.
- La cause de la mortalité reste dans certains cas imprécisée.

#### **L'APPRECIATION DES RESULTATS DOIT TENIR COMPTE DE DEUX PARAMETRES :**

- **L'évolution de l'état clinique** et, en particulier, neurologique du malade, l'état pré-opératoire servant d'élément de comparaison.
- **L'évolution angiographique**, c'est-à-dire l'étude du devenir anatomique de l'oblitération à la suite du geste chirurgical.

De la comparaison seule de ces deux paramètres pourra déboucher une série d'arguments dont la valeur statistique permettra, en établissant un parallèle avec les séries faisant état de l'évolution de l'affection sous traitement médical, de conseiller ou au contraire de condamner le traitement chirurgical direct des oblitérations artérielles intra-crâniennes d'origine embolique.

Le but de ce chapitre est de colliger les résultats que nous avons pu extraire d'une étude de la littérature, puis nos résultats personnels, sans vouloir en retirer pour l'instant la moindre argumentation.

## I. DANS LA LITTERATURE

Nous n'avons évidemment pris ici en considération que les observations concernant des cas d'embolies confirmées, en en excluant les cas d'oblitérations athéromateuses ou d'origine imprécise.

Nous y avons toutefois adjoint, car ils font intervenir des problèmes analogues, les 2 cas d'embolies par projectile de PIAZZA et GAIST et de Van GILDER ainsi que l'embolie accidentelle par fragment de muscle au cours du traitement d'une fistule carotido-caverneuse rapportée par YASARGIL.

Après avoir exclu l'observation d'embolotomie du tronc basilaire pratiquée par STEVENSON, sur laquelle nous possédons peu de renseignements, nous arrivons à un total de 27 cas cliniques, dont 20 ont subi un examen angiographique de contrôle.

### 1. RESULTATS CLINIQUES

- **La mortalité** globale est le fait de 8 malades, soit 29,5 % se subdivisant en :
  - 5 malades décédés au cours du premier mois post-opératoire soit environ 18 % de mortalité opératoire,
  - 3 malades sont décédés 2,3 et 4 mois après l'intervention, soit 11,5 % de mortalité secondaire.

Les causes de la mortalité sont difficiles à préciser. Néanmoins, il semble que dans deux cas seulement le décès doive être considéré comme une conséquence directe de l'intervention (un cas de ramollissement hémorragique chez MALMROS, un cas d'hématome avec infection secondaire chez YASARGIL).

Dans les autres cas, les auteurs invoquent la survenue d'une décompensation viscérale :

- embolie pulmonaire (SUNDT et MALMROS),
- dissémination embolique atteignant les membres et les artères rénales (GALIBERT - PISCOL),
- insuffisance surrénale aiguë (MALMROS).

● **Le devenir des survivants.** Les auteurs distinguent habituellement trois évolutions possibles, mais certains malades n'ont pas été revus au-delà d'un an après l'intervention.

*1er groupe* : malades ayant présenté une régression complète de leur déficit et considérés par là-même comme guéris, au cours du premier mois post-opératoire : 9 cas, soit 33,5 % (un cas chez

CHOU, LOUGHEED, PIAZZA, SUNDT, YASARGIL, 4 cas chez MALMROS). 6 d'entre eux au moins semblent avoir été opérés dans un délai de moins de 36 heures.

*2e groupe* : malades gardant des séquelles motrices ou phasiques au-delà du 6e mois post-opératoire, mais moins marquées qu'avant l'intervention et même compatibles avec une vie autonome : 5 cas, soit 18,5 % (3 cas chez YASARGIL, 1 cas chez MALMROS et Van GILDER).

*3e groupe* : malades dont l'état neurologique reste identique à l'état pré-opératoire : 5 cas, soit 18,5 % (WELCH, JACOBSON, SHILLITO, GALIBERT, MALMROS).

## 2. RESULTATS ANATOMIQUES

Ils ont pu être appréciés dans les 20 cas où il est fait état d'une artériographie de contrôle, auxquels il a été adjoint un cas de YASARGIL dont la perméabilité sylvienne a été vérifiée à l'autopsie.

**Sur ces 20 cas, 16 (soit 80 %) présentaient une reperméabilisation angiographique.**

Dans 14 cas, la réinjection de l'arbre sylvien était **complète**, mais 3 fois au prix d'une sténose plus ou moins serrée (CHOU, Van GILDER, YASARGIL).

Dans 2 cas, la reperméabilisation n'était que **partielle** : 1 cas de GALIBERT et 1 cas de SHILLITO dans lequel une oblitération carotidienne avait fait place à une oblitération sylvienne.

Dans les 4 autres cas, le contrôle montrait la persistance de l'oblitération (1 cas chez WELCH, 1 cas chez JACOBSON, 2 cas chez MALMROS).

## 3. CORRELATIONS CLINICO-RADIOLOGIQUES

**Dans le groupe des 8 malades décédés :**

- 4 présentaient une désoblitération confirmée (complète chez 2 malades de MALMROS, dans une seule branche chez GALIBERT, vérifiée à l'autopsie chez YASARGIL).  
Si l'on excepte le cas du malade de MALMROS, la cause de la mort paraît intercurrente.
- 1 présentait une oblitération persistante (MALMROS).
- Chez les 3 derniers, il n'est pas fait mention de contrôle angiographique ou anatomique.

**Dans le groupe des 9 malades considérés comme guéris :**

La perméabilité a pu être vérifiée à 8 reprises. Seule la malade de LOUGHEED ne semble pas avoir subi d'artériographie de contrôle.

**Dans le groupe des 5 malades ayant présenté une amélioration partielle :**

La reperméabilisation a pu être authentifiée dans les 3 cas où le contrôle a été pratiqué.

**Dans le groupe des 5 malades à l'état neurologique inchangé, enfin :**

- un seul présentait une artère sylvienne perméable (MALMROS),
- un autre présentait une réinjection carotidienne, mais une oblitération sylvienne persistante, (SHILLITO),
- deux malades présentaient un aspect angiographique inchangé (WELCH, JACOBSON),
- un malade enfin, n'a pas subi d'examen angiographique de contrôle (GALIBERT).

## II. DANS NOTRE SERIE

Nous avons pu évaluer les résultats du geste chirurgical par une surveillance constante de l'état de conscience et de l'état neurologique au cours des premiers jours et par la réalisation chez tous nos malades d'artériographies de contrôle.

- à la 24e heure dans l'observation I,
- à 2 mois de l'intervention dans l'observation II,
- pendant la phase post-opératoire immédiate dans l'observation III,
- au 3e jour post-opératoire dans l'observation IV,
- à la 48e heure dans l'observation V,
- au 18e jour dans l'observation VI.

### DEUX MALADES SONT DECEDES (obs. III - IV)

Tous deux étaient porteurs d'embolies de la carotide supra-clinoïdienne dont l'exérèse avait été possible dans un délai respectif de 12 heures et de 48 heures.

Dans le premier cas, le geste chirurgical semblait avoir eu un effet heureux, puisque le malade était initialement conscient et que tout déficit avait régressé. Le mode de l'aggravation secondaire ainsi que les constatations nécropsiques nous incitent à considérer que le décès est imputable à la décompensation de la cardiopathie, plus qu'à un ramollissement sylvien discret et légèrement hémorragique.

Le cas de l'autre malade décédé est plus complexe : ici encore le déficit neurologique s'amendait lorsque le malade a présenté un tableau de nécrose myocardique accompagné de défaillance hépato-rénale irréversible.

L'absence d'autopsie viscérale n'a pas permis de préciser la cause exacte du décès, ni la source de l'embol.

On peut cependant s'interroger sur le rôle d'une éventuelle *dissémination embolique* comme élément responsable du décès : outre un ramollissement sylvien important, le sujet avait manifestement présenté un ramollissement hémisphérique cérébelleux droit à caractère hémorragique et d'aspect plus récent.

Chez ces deux malades, l'examen nécropsique vérifiait la perméabilité des artères antérieurement opérées.

#### QUATRE MALADES SONT ACTUELLEMENT SURVIVANTS :

Trois d'entre eux (obs. I, V, et VI) étaient porteurs d'oblitérations sylviennes :

— La première, chez laquelle l'angiographie de contrôle n'a pas montré de reperméabilisation, avait vu partiellement régresser son aphasie, mais gardait de graves séquelles motrices du membre supérieur au-delà du 6e mois.

— Le deuxième malade, qui a pu bénéficier d'une désoblitération du tronc sylvien et d'une de ses branches à la 6e heure, a vu régresser son déficit rapidement au membre inférieur (où il était complet avant l'intervention), sur un mode plus progressif et plus partiel au membre supérieur.

Chez ce malade, six mois après l'intervention, le résultat peut être considéré comme bon, le malade ayant repris son travail après un délai de 4 mois.

— La troisième malade enfin, présentait, trois semaines après l'intervention, un état neurologique très satisfaisant, compatible avec la marche, mais le problème infectieux et cardiaque restait imparfaitement résolu.

Notre malade porteuse d'une oblitération de la cérébrale antérieure, chez laquelle la tentative de désobstruction s'est soldée par un échec, garde pour toutes séquelles, une discrète paralysie faciale et de petits troubles du comportement.

Une telle évolution ne peut manquer de surprendre, compte-tenu de l'échec de la désobstruction et permet de souligner les difficultés d'établir un parallélisme anatomo-clinique pour apprécier la valeur d'une reperméation éventuelle. Ces faits imposent en tout cas que l'on ne prenne en considération que les observations comportant un examen angiographique de contrôle.



## CHAPITRE V

### L'INDICATION

En dehors des problèmes techniques, reste en suspens la légitimité d'envisager un geste chirurgical désobstruteur en face d'une oblitération de la carotide interne intra-crânienne ou de ses branches, voire du tronc basilaire lorsque des arguments étiologiques, cliniques et angiographiques permettent de suspecter sa nature embolique.

Le bien-fondé d'une attitude chirurgicale dans ce domaine ne se justifiera qu'à deux conditions :

- le traitement médical de l'affection doit être suffisamment décevant pour que l'on cherche à améliorer son pronostic par la chirurgie ;
- celle-ci ne doit pas faire courir au malade un risque démesuré lié à la fois à un geste chirurgical majeur et à une éventuelle aggravation des lésions parenchymateuses qu'entraînerait la levée de l'obstacle.

## I. QUELLE EST L'EVOLUTIVITE DE L'AFFECTION SOUS L'EFFET DU SEUL TRAITEMENT MEDICAL ?

L'étude des résultats publiés dans la littérature, malgré des chiffres très variables d'une série à l'autre, permet, devant une embolie artérielle intra-crânienne, d'émettre, du point de vue pronostic, de sérieuses réserves, tant sur le plan vital que sur le plan fonctionnel.

Nous avons pris en considération exclusivement les publications faisant état de séries où l'origine embolique de l'oblitération a pu être affirmée cliniquement ou confirmée anatomiquement, laissant de côté les travaux traitant des oblitérations intra-crâniennes en général et au cours desquels une étude du pronostic a été réalisée sans distinction d'étiologie.

### A. PRONOSTIC CLINIQUE

Parmi les séries les plus anciennes : HARRIS et LEVINE (1941) étudiant sur trois mois le devenir de 24 malades, obtiennent 48 % de guérisons ou d'améliorations, 19 % de séquelles sévères et 33 % de mortalité immédiate. LENEGRÉ (1951) à propos des hémiplegies survenues dans le décours des cardiopathies mitrales cite une mortalité de 35 %, un taux de guérison de 43 % et un taux de séquelles de 22 %. HUGUES et LECOMTE, en 1957, à propos d'une série de 18 malades, enregistrent 8 décès, 9 améliorations discrètes, 1 cas de lourdes séquelles, mais aucune guérison.

Les conclusions de KEEN et LEVEAUX (1958) sont plus optimistes : sur une série de 34 malades suivis 3 mois, la mortalité a été chez eux de 20 %, le taux de guérison ou de séquelles discrètes de 40 %.

WELLS en 1959 rapporte une série de 53 malades chez lesquels la nature embolique de l'oblitération n'a été admise que sur des critères extrêmement stricts :

- 16 de ces malades étaient décédés dans les 2 mois,
- 20 d'entre eux gardaient des séquelles sévères,
- 17 enfin avaient présenté une rapide récupération ou ne gardaient que de discrètes séquelles.

ADAMS et MERRETT (1961) à propos du pronostic tardif de l'affection obtiennent au bout de 12 ans un seul survivant sur une série de 34 malades porteurs d'embolies cérébrales d'origine cardiaque.

SZEKELY, en 1964, est le premier à faire état de résultats à court terme moins désastreux avec 11 % de mortalité, 60 % de guérison, 27 % de séquelles neurologiques.

CARTER (1965) étudie le devenir de trois groupes distincts de malades, six semaines après l'accident neurologique initial.

Sur un total de 127 malades hospitalisés dans son service de 1952 à 1963 :

- 34 d'entre eux (1952 - 1953) n'ont reçu aucune thérapeutique particulière : 10 sont décédés, 13 ont gardé de lourdes séquelles, 3 des séquelles légères, 8 ont complètement récupéré.
- 43 autres (1954 - 1957) ont subi un traitement anticoagulant sur 4 semaines : 9 d'entre eux sont décédés, 8 ont gardé de lourdes séquelles, 7 des séquelles légères et 19 ont complètement récupéré. Parmi ces derniers, 7 seulement présentaient avant traitement un déficit complet et stable.
- Les 50 derniers (1958 - 1963) ont été subdivisés :
  - . en un groupe de 24 malades au déficit complet et stable ne recevant aucune thérapeutique complémentaire et dont 11 sont décédés, 8 ont gardé des séquelles et 5 ont récupéré ;
  - . un autre groupe de 26 malades au déficit incomplet ou fluctuant ayant reçu une thérapeutique anticoagulante et dont 17 ont guéri, 8 ont gardé des séquelles et un seul est décédé.

Les résultats obtenus dans cette importante série autorisaient l'auteur à définir les limites d'efficacité des anticoagulants dans ce type d'indication.

DALAL en 1965 rapporte, à propos de quelques cas de désobstructions spontanées, une série de 26 malades dont 14 (soit 54 %) sont décédés.

Plus récemment, la thèse de GAZENGEL, reposant sur 276 observations d'embolies cérébrales d'origine cardiaque venait faire le point sur la question du pronostic de l'affection. Une mortalité précoce de 11 % y est citée pour 49 % de guérisons et 40 % de séquelles. Un chiffre de mortalité précoce aussi bas s'explique si l'on considère que l'auteur n'y inclut que les cas de décès directement imputables à l'accident vasculaire cérébral.

Comme le souligne DEROUESNE, d'importantes variations de mortalité d'une série à l'autre peuvent s'expliquer en considérant que certaines statistiques n'envisagent que les embols au cours des cardiopathies mitrales (LENEGRE), d'autres, les embolies au cours de toutes cardiopathies (CARTER, GAZENGEL), d'autres enfin comprenant des malades traités par les anticoagulants (SZEKELY, CARTER, GAZENGEL).

L'étude de la littérature permet cependant actuellement de se faire une opinion assez précise sur le pronostic immédiat des embolies cérébrales.

Si les chiffres de mortalité cités varient de 11 à 54 %, ceux de guérison de 30 % à 60 %, le taux des séquelles rapporté est en moyenne de 35 à 45 %, tout au moins dans les grandes séries.

Au risque de vouloir schématiser le problème à l'extrême, il semble possible d'affirmer que sur 5 malades atteints pour la première fois d'embolie artérielle cérébrale accompagnée d'un déficit complet et persistant au-delà de 24 heures :

- 1 guérira sûrement,
- 1 mourra sûrement,
- 2 garderont des séquelles,
- le cinquième évoluera selon l'une des deux premières éventualités.

Ce schéma est en accord avec les résultats obtenus dans la petite série de malades qui nous ont été montrés en vue d'un geste chirurgical et chez lesquels l'indication ne nous a pas paru répondre aux critères d'opérabilité que nous nous sommes fixés.

CARTER, faisant une analyse des **causes de mortalité précoce** dans sa série, cite le chiffre de 40 % de décès directement imputables à l'accident vasculaire, de 26 % liés à une décompensation cardiaque, et de 26 % rattachés à une récurrence du processus embolique, qu'elle soit cérébrale ou extra-cérébrale. Cette dernière éventualité représente la principale cause de mortalité secondaire, la rechute survenant le plus souvent dans les six mois faisant suite à l'accident initial ; elle est alors grevée d'un pronostic beaucoup plus péjoratif (40 % de mortalité après la première récurrence, 80 % après la deuxième pour CARTER).

Sur 82 malades, WELLS cite la survenue d'une récurrence embolique chez 30 % d'entre eux.

## B. L'EVOLUTION ANATOMIQUE ET LE PROBLEME DES DESOBSTRUCTIONS SPONTANÉES

Ce n'est que depuis l'élargissement des indications de l'angiographie cérébrale et l'affirmation de son innocuité relative au cours des accidents vasculaires, que l'on a pu se faire une opinion précise sur la nature et sur l'évolution anatomique des oblitérations artérielles intra-crâniennes.

En matière d'embolies, la possibilité d'une *désobstruction spontanée* pourrait déjà être envisagée à la suite des travaux de FISCHER qui, en 1959, décrit la fragmentation et la disparition d'un embol rétinien.

Cette éventualité était corroborée par la suite par une série de travaux anatomiques authentifiant la possibilité de ramollissements cérébraux, intéressant un territoire sous la dépendance d'une artère perméable (LASCELLES et BURROWS 1965, LHERMITTE, GAUTIER, DEROUESNE 1968 - 1970, BLACKWOOD, HALLPIKE, KOCEN et MAIR 1969).

Parallèlement, l'attention des auteurs était attirée par le taux relativement faible d'oblitérations carotido-sylviennes découvertes au cours du bilan angiographique d'accidents vasculaires cérébraux anciens de quelques jours ou quelques semaines.

Depuis le premier cas de reperméabilisation spontanée décrit en 1945 par ECKER — et qui avait d'ailleurs été attribué par l'auteur à la levée d'un spasme — la littérature est devenue particulièrement riche en publications faisant état d'une telle évolution anatomique, démontrée à la suite d'angiographies itératives, ou d'examen post-mortem comparés aux clichés angiographiques.

Les premiers cas ont paru suffisamment exceptionnels pour justifier leur présentation isolée (SUSSMAN 1958 : 1 cas, LEHRER 1958 : 1 cas, JACOBSEN et SKINHÖJ 1959 : 2 cas, GANNON et CHAIT 1962 : 1 cas, MEYER, GILROY, BARNHART et JOHNSON 1963 : 2 cas, ZATZ, IANNONE, ECKMAN, ECKER 1965 : 4 cas).

En 1964, BLADIN démontre que les embolies carotidiennes et sylviennes ne sont bien souvent que des localisations saisies à des moments différents d'une même maladie atteignant l' "*axe carotido-sylvien*". Sur un matériel de 54 cas cliniques, il démontre ces faits à l'aide d'artériographies carotidiennes itératives, dont la première est pratiquée dans les 24 premières heures.

Il authentifie ainsi, à 4 reprises, au cours d'angiographies ultérieures, la migration de l'embol dans l'artère sylvienne sur un total de 17 oblitérations carotidiennes supra-clinoïdiennes mises en évidence lors du premier examen.

Il démontre également la haute fréquence avec laquelle l'embolie intéresse l'artère sylvienne ou l'une de ses branches lorsque l'examen angiographique est réalisé après la 24<sup>e</sup> heure. Dans le groupe des 20 malades concernés par cette éventualité, la lyse de l'embol a pu être démontrée dans 8 cas dans un délai de 2 à 3 semaines.

Le premier examen angiographique était normal chez 17 malades, mais 7 d'entre eux l'avaient subi entre le 7<sup>e</sup> jour et la fin de la troisième semaine. Le contexte étiologique permettait de retenir chez eux formellement le diagnostic d'embolie.

L'auteur cite le cas de BERRY et ALPERS, où l'embol avait migré dans la cérébrale antérieure et souligne le pronostic fatal des embolies de la carotide terminale envahissant la bifurcation, rendant illusoires toutes tentatives d'embolectomies réalisées par voie cervicale (KLEAVELAND).

Au total dans ce travail, une reperméabilisation partielle ou complète semble avoir concerné 29 malades sur 34.

L'année suivante, les constatations de DALAL, SHAH et AIYAR s'inscrivent dans le même sens. Ils rapportent une étude angiographique de 20 cas non sélectionnés d'embolies cérébrales, et détaillent 9 d'entre eux au cours desquels des artériographies itératives ont pu démontrer la lyse de l'embol.

Dans l'un de ces cas, la disparition de l'embol s'est produite au cours de l'examen angiographique lui-même (un des cas de ALLCOCK lui est comparable).

DALAL pense que la désobstruction spontanée peut survenir dans 30 % des cas environ et met l'accent sur l'absence d'amélioration clinique que l'on serait en droit d'attendre lorsque se réalise une telle évolution anatomique :

- sur les 9 malades présentés, 4 ont vu leur déficit neurologique persister inchangé, 2 ont bénéficié d'une discrète amélioration, 3 enfin sont décédés.

L'ordre chronologique des examens angiographiques réalisés chez eux, nous enseigne que, sauf dans un cas, la reperméabilisation spontanée est survenue après le deuxième ou le troisième jour au plus tôt.

ALLCOCK (1966) tente d'établir un parallélisme entre l'amélioration de l'état clinique des malades atteints d'oblitération sylvienne et la reperméabilisation spontanée du vaisseau. Sur un ensemble de 10 malades ayant fait l'objet d'un contrôle angiographique, il obtient 5 cas de réinjections.

Dans la série de cet auteur, le délai écoulé entre les deux examens radiologiques est trop important pour que l'on puisse apprécier même approximativement le moment précis où est survenue la levée

spontanée de l'obstacle. La date de la première angiographie par rapport à l'ancienneté de l'accident neurologique n'est pas mentionnée. Dans la plupart des cas, le contrôle angiographique est effectué au moins 2 semaines après l'examen initial.

L'auteur signale un cas de guérison rapide d'un malade dont l'image radiologique s'est normalisée entre la prise des clichés de face et de ceux de profil, et évoque à ce propos le rôle thérapeutique possible de l'angiographie.

Les bons résultats obtenus chez les 5 malades dont le vaisseau s'était reperméabilisé spontanément incitaient ALLCOCK à condamner la réalisation d'un geste désobstruteur.

FIESCHI et BOZZAO (1969), répétant les angiographies carotidiennes ou s'appuyant sur les données anatomiques tirées de 17 observations citent 10 cas de reperméabilisation (dont 3 prouvées par vérification anatomique) : 8 d'entre elles concernent l'artère sylvienne, 2 d'entre elles la carotide intracrânienne. Ils n'obtiennent pas de reperméabilisation dans leurs deux cas d'embolie de la cérébrale antérieure.

Notre expérience personnelle nous a également donné l'occasion d'observer un cas de désoblitération spontanée : au cours de l'abord chirurgical d'une artère sylvienne chez une malade porteuse d'une cardiopathie mitrale, nous n'avons pu que constater la perméabilité du vaisseau dont l'angiographie avait objectivé l'oblitération quelques heures auparavant.

*En résumé, l'étude de la littérature semble nous autoriser à formuler quelques remarques :*

**L'éventualité d'une reperméabilisation secondaire** est à prendre en considération lorsque l'on discute de l'opportunité d'un geste chirurgical.

**La fréquence réelle** d'un tel devenir anatomique est difficile à apprécier : elle ne semble cependant en aucun cas supérieure à 60 % dans les meilleures statistiques (FIESCHI et BOZZAO, ALLCOCK). Il faut signaler cependant que l'évaluation statistique donnée par SINDERMAN est bien inférieure (24 % minimum) et qu'au cours d'angiographies pratiquées à très long terme, LASCELLES et BURROWS n'en trouvent aucun cas.

Dans cette éventualité, il est plus arbitraire encore de vouloir fixer un **délai moyen** à la survenue de la réinjection, dont l'évaluation supposerait la pratique d'examen angiographiques quotidiens. Dans la majorité des cas cependant, la reperméabilisation sera effective au plus tôt après le 3<sup>e</sup> jour (DALAL, FIESCHI et BOZZAO).

La levée très précoce de l'oblitération apparaît rare, mais semble avoir eu un heureux effet sur le pronostic vital et fonctionnel, dans les rares cas où elle a pu être démontrée (ETTINGER et RYAN : 3 cas, 1965). On est en droit d'invoquer un tel mécanisme lorsqu'un bilan angiographique pratiqué précocement après un accident déficitaire transitoire installé dans le cas d'une affection emboligène, s'avère négatif.

**La pathogénie** de la lyse de l'embol est mal connue : les travaux expérimentaux de ALKJAERSIG, FLETCHER et SHERRY réalisés sur le caillot humain marqué à l'iode 131, s'inscrivent en faveur d'une activation du plasminogène intrinsèque.

### C. QUELS SONT LES FACTEURS DU PRONOSTIC AU COURS DE L'EVOLUTION SPONTANEE DES EMBOLIES INTRA-CRANIENNES ?

L'âge est, de l'avis de tous, un élément important : WELLS cite une mortalité de 83 % après 50 ans pour 53 % avant 50 ans. CARTER aboutit, d'après sa longue série, à des conclusions similaires.

L'état de conscience semble également un facteur important : tous les malades de WELLS dont le trouble de conscience initial s'est prolongé au-delà de la 3e heure sont décédés. La mortalité est de 80 % chez les malades comateux dans la série de CARTER. Sur les 14 sujets décédés, 13 étaient comateux dans la série de DALAL.

La répétition des accidents emboliques vient diminuer les chances de survie (CARTER).

La nature de l'affection emboligène est également à prendre en considération, le pronostic semblant plus réservé lorsqu'une affection cardiaque d'origine ischémique est à l'origine de l'embol (GAZENGE, DESROUENE).

Les constatations angiographiques. Outre l'existence d'un *engagement artériel* dont le caractère fâcheux a été souligné par GROS et VLAHOVITCH, on peut s'interroger sur la valeur pronostique d'une *circulation collatérale angiographiquement démontrée*. Les conclusions de LASCELLES et BURROWS, de SINDERMANN, de LARSON et LOVE vont à l'encontre de l'avis d'AIMARD qui lui accorde une signification pronostique plutôt favorable.

MEYER a cependant démontré que l'oblitération des collatérales aggravait le déficit obtenu expérimentalement chez le singe par clampage de la sylvienne.

Plus importante est l'appréciation du pronostic vital et fonctionnel qu'il convient de formuler chez les sujets ayant bénéficié à un moment ou à un autre d'une désobstruction spontanée.

S'il est certain qu'une telle éventualité n'est pas un gage de survie (la meilleure preuve en est que nombre de ces reperméabilisations sont des découvertes nécropsiques), il paraît cependant prouvé que le rétablissement du flux sanguin contribue à faire baisser le risque de mortalité de façon notable. Les chiffres cités à cet égard par DALAL sont assez évocateurs : dans les 11 cas où la sylvienne s'est réinjectée sur l'angiographie, 3 décès seulement sont à déplorer. A l'inverse, 11 malades sont décédés sur les 13 dont l'oblitération persistait inchangée.

Le pronostic fonctionnel semble beaucoup plus discrètement influencé par l'existence d'une désoblitération spontanée : aucun des malades de DALAL n'a présenté d'amélioration rapide et spectaculaire. Ceux d'ALLCOCK ont certes pour la plupart bénéficié d'une récupération fonctionnelle satisfaisante à moyen et long terme, mais celle-ci n'avait pas des caractères de précocité tels que l'on puisse invoquer formellement la responsabilité de la réinjection.

On est alors en droit de se demander si la désobstruction spontanée de l'artère oblitérée, du fait de sa survenue, semble-t-il, secondaire ou tardive par rapport à l'accident initial n'aboutit pas à la revascularisation d'un territoire irrémédiablement détruit par le processus ischémique et dont il est par conséquent illusoire d'attendre une régression des déficits neurologiques.

#### D. EN DERNIER LIEU, LES THERAPEUTIQUES MODERNES ONT-ELLES PERMIS D'AMELIORER DE FACON SIGNIFICATIVE LE PRONOSTIC DES EMBOLIES CEREBRALES ?

Comme le souligne DESROUESNE, "le bénéfice du traitement anticoagulant sur l'évolution de l'accident cérébral installé n'apparaît pas clairement établi". CARTER fait cependant état d'un pronostic meilleur au cours d'hémiplégies fluctuantes ou transitoires et met surtout l'accent sur son intérêt dans la prévention d'accidents emboliques récidivants.

L'utilisation de substances fibrinolytiques par voie générale ne semble pas avoir fait la preuve de son efficacité : MEYER et GILROY au cours d'une expérimentation double - aveugle ne constatent pas de différence significative sur le plan des résultats entre le groupe des malades soumis à cette thérapeutique et les autres. CASTELLANO et coll. (1970) y voient cependant une perspective intéressante.



#### EN RESUME, QUE NOUS ENSEIGNE CE RAPIDE SURVOL DE LA LITTERATURE A PROPOS DU PRONOSTIC SPONTANE DES EMBOLIES ARTERIELLES CEREBRALES ?

- **Le pronostic est réservé**, parfois sur le plan vital, souvent sur le plan fonctionnel.
- **La reperméabilisation spontanée de l'artère oblitérée semble fréquente**, mais loin d'être constante et dans la majorité des cas trop tardive pour influencer de façon significative le pronostic fonctionnel.
- En dehors du traitement symptomatique et des mesures visant à prévenir les récurrences, **l'arsenal thérapeutique reste d'efficacité modeste** face à une embolie accompagnée d'un déficit stable.

Pour ces trois raisons, il nous a semblé logique d'envisager la place que pourrait acquérir la chirurgie dans le traitement de cette affection.

## II. LIMITES ET JUSTIFICATION D'UN TRAITEMENT CHIRURGICAL

Comme nous l'avons dit précédemment, la décision d'un geste chirurgical ne pourra être prise que si ce dernier a fait la preuve de sa relative innocuité et de son efficacité.

### A. LA CHIRURGIE EST-ELLE DANGEREUSE ?

#### 1. Le risque opératoire

est celui de toute intervention neuro-chirurgicale en général, que l'on ne doit cependant pas minimiser ici en raison d'un état cardiaque volontiers précaire et susceptible de se décompenser à l'occasion d'une anesthésie générale profonde couplée à une intervention qui peut être de longue durée.

Une sélection soigneuse des cas chirurgicaux, une surveillance constante de l'état cardiaque avec mesure per-opératoire des pressions artérielle et veineuse par méthode sanglante, l'adjonction des thérapeutiques toni-cardiaques doivent cependant permettre l'accomplissement du geste sans courir un risque opératoire exagéré.

#### 2. Les risques inhérents à la désobstruction du vaisseau

- Le premier souci de l'opérateur doit tendre de prime abord à **ne pas aggraver l'oblitération elle-même**. Cette préoccupation condamne théoriquement le principe de son abord par l'intermédiaire d'un segment sain, le sacrifice de la cérébrale antérieure, ainsi que l'application de clamps d'hémostase temporaire avant toute désobstruction, traumatisant inutilement la paroi.

Le respect des branches perforantes constitue également un impératif absolu imposant des règles strictes dans le choix de la fermeture artérielle.

L'application de principes techniques rigoureux, en particulier l'utilisation du microscope, constitue la meilleure prévention de ce risque.

- **La transformation hémorragique du foyer de ramollissement cérébral** sous la dépendance de l'artère oblitérée constitue un risque souvent reproché à cette chirurgie, mais dont il est difficile d'apprécier la fréquence réelle.

Le mécanisme intime du ramollissement hémorragique fait intervenir (FISCHER et ADAMS) des altérations des parois capillaires consécutives à l'anoxie aboutissant à l'irruption des éléments figurés du sang au sein du foyer de ramollissement.

Cette éventualité semble déjà fréquente à la suite d'oblitérations artérielles brutales telles que les réalisent les embolies, à tel point que DALAL fait de cette constatation nécropsique un critère contribuant à l'établissement du diagnostic étiologique post-mortem d'un ramollissement. FISCHER souligne également la fréquence des ramollissements hémorragiques à la suite d'oblitérations emboliques, à une époque où il n'était pas question d'abord direct (1951).

L'oblitération en elle-même semble donc suffisante pour aboutir à la constitution d'un ramollissement hémorragique.

On peut cependant s'interroger, à la suite des publications de BRUETMAN, FIELDS, CRAWFORD et De BAKEY, de WYLIE, HEIN et ADAMS et de GONZALES et LEWIS, faisant état de transformations hémorragiques de foyers ischémiques cérébraux à la suite de désobstructions carotidiennes cervicales, sur la responsabilité éventuelle d'une levée spontanée ou chirurgicale de l'obstacle dans la genèse de ce type de lésion.

Si la fréquence des ramollissements hémorragiques est peut-être estimée supérieure par certains auteurs en cas d'artère perméable, il n'en reste pas moins que la majorité de ces malades survivent et qu'il est par conséquent impossible de se faire une opinion précise sur le problème.

*L'expérimentation animale* semble cependant attester de l'innocuité de la levée de l'obstacle sur l'évolution anatomique du ramollissement voisin :

C'est ainsi que HARVEY et RASMUSSEN signalent l'apparition d'un ramollissement hémorragique après 50 minutes d'occlusion sylvienne chez le singe et ne signalent pas de modification particulière de celui-ci après déclantage.

Plus récemment, SUNDT, GRANT et GARCIA étudiant les effets d'une ischémie cérébrale temporaire chez le singe et le chat, aboutissent à des conclusions différentes sur le plan du délai d'installation du ramollissement et n'en signalent jamais la transformation hémorragique. Dans notre travail expérimental, la fréquence des ramollissements hémorragiques ne semble pas plus élevée dans le groupe des chiens ayant fait l'objet d'un clantage temporaire que dans celui ayant fait l'objet d'un clantage permanent.

*Dans la littérature*, parmi les 8 malades décédés à la suite de tentatives d'embolectomies intracrâniennes, il est fait mention chez un seul d'entre eux d'un ramollissement hémorragique. L'artère antérieurement opérée était perméable (MALMROS).

*Dans notre série*, les malades décédés présentaient un ramollissement sylvien à caractère légèrement hémorragique avec carotides perméables sans que l'on puisse évidemment évoquer une relation de cause à effet entre ces deux constatations, d'autant que chez l'un d'eux, il existait conjointement un ramollissement cérébelleux homolatéral dont le caractère hémorragique n'était pas plus marqué.

Les causes de mortalité étant les mêmes dans les séries cliniques et les séries chirurgicales, nous nous croyons autorisés en fin de compte à affirmer que la chirurgie ne fait pas courir au malade un risque supérieur à celui du genre évolutif propre de l'affection.

## B. LA CHIRURGIE EST-ELLE UTILE ET DANS QUELLES LIMITES ?

Trois types d'arguments nous incitent à penser qu'une désobstruction du vaisseau oblitéré peut être bénéfique :

1. Si, **sur le plan statistique**, le taux de guérison obtenu dans la série chirurgicale (35 %) n'est pas sensiblement supérieur à celui obtenu dans la plupart des séries cliniques, il est cependant assez troublant de constater que sur ces 9 malades qui ont bénéficié d'une évolution clinique très précocément favorable après l'intervention, la perméabilité a pu être vérifiée dans les 8 cas où une angiographie de contrôle a été réalisée.

De plus, 6 au moins de ces malades ont fait l'objet de la désobstruction dans un délai inférieur à 36 heures (un des malades de YASARGIL, opéré au 11e jour fait exception cependant).

Inversement, parmi les 10 malades ayant survécu, mais n'ayant présenté qu'une amélioration secondaire partielle ou nulle, deux seulement semblent avoir été opérés dans les 24 heures suivant l'accident neurologique. Parmi ce groupe, 5 malades présentaient une artère perméable sur le contrôle angiographique.

Le nombre de cas chirurgicaux est encore trop faible pour qu'il soit permis d'en tirer des conclusions formelles.

Cependant, il nous paraît possible de dire que si la **précocité de la désobstruction semble faciliter sa réalisation sur le plan technique, elle accroît aussi ses chances d'efficacité.**

Les résultats enregistrés dans notre courte série s'inscrivent également en faveur de cette hypothèse :

— Chez nos deux premiers malades, la tentative de désoblitération, effectuée respectivement au 9e et au 4e jour s'est soldée par un échec sur le plan technique. L'amélioration clinique à long terme enregistrée chez ces deux malades est comparable à celle que l'on eût été en droit d'attendre au cours d'une évolution spontanée.

— Trois autres malades ont été opérés dans un délai inférieur à 48 heures. Chaque fois, l'angiographie de contrôle a démontré le caractère effectif de la désobstruction. La régression des déficits ici constatée a été rapide et même spectaculaire dans un cas et le fait que deux de ces malades soient ultérieurement décédés, mais non hémiplegiques, ne condamne pas à notre avis la méthode et nous incite à une plus grande rigueur dans l'application de thérapeutiques complémentaires visant à traiter la maladie emboligène et à prévenir la récurrence.

— L'observation de notre dernière malade montre cependant la possibilité d'une désobstruction au 14e jour. Il est vrai qu'il ne s'agissait pas d'un embol cruorique, mais d'un embol septique.

Rappelons à ce propos qu'entre les mains de YASARGIL, des désobstructions ont été possibles après des délais beaucoup plus longs.

2. **Des arguments tirés de l'expérimentation animale** s'inscrivent également en faveur d'un geste chirurgical désobstruteur précoce.

Les travaux récents de SUNDT, GRANT et GARCIA (1969) démontrent en effet l'influence bénéfique sur le foyer de ramollissement d'un rétablissement précoce du flux sanguin artériel.

Sur 100 singes et 35 chats, les auteurs réalisent des clampages temporaires de l'artère sylvienne par une voie d'abord rétro-orbitaire extra-durale diminuant les risques de traumatisme du parenchyme au cours des manoeuvres d'écartement.

*Dans un premier lot* expérimental de 20 singes faisant l'objet d'une expérimentation aiguë par clippage sylvien maintenu pendant 3 heures, les auteurs observent les modifications engendrées par cette manipulation au niveau de la microcirculation corticale. La levée du claspement entraîne la disparition de la plupart des aspects observés : il se produit d'abord un changement de coloration du sang veineux (qui devient rouge), puis le cortex reprend progressivement une coloration normale, le spasme artériel se lève pour aboutir à un aspect hyperhémie du cortex avec extériorisation à sa surface de vaisseaux qui n'y étaient pas visibles avant l'application du clip ("luxury perfusion syndrome" de LASSEN).

Au bout de quelques heures, le cortex reprenait son aspect normal. Des constatations analogues sur l'aspect microcirculatoire de l'ischémie expérimentale avaient été faites par d'autres auteurs (MEYER 1958).

Au cours d'un travail antérieur, SUNDT, WALTZ et SAYRE s'étaient attachés à démontrer la propriété qu'ont certains solutés hémodylants (DEXTRAN à bas poids moléculaire + sérum-albumine) de retarder l'apparition des premiers symptômes d'ischémie au niveau de la microcirculation.

*Dans un deuxième lot* de 80 singes faisant l'objet d'une expérimentation chronique, les auteurs font état d'une mortalité voisine de 100 % chez les animaux ayant subi un clippage permanent de la sylvienne, y compris dans les cas où un traitement hémodylant a été institué.

Inversement, la mortalité décroît de façon régulière chez les animaux n'ayant subi qu'un clippage temporaire de l'artère avec un chiffre minimum de 30 % pour ceux chez lesquels l'oblitération a été maintenue 3 heures en association avec un traitement hémodylant. Aucun des survivants de ce groupe n'était hémiparétique.

*Les conditions anatomiques de la circulation cérébrale chez le chat* permettent enfin à SUNDT d'obtenir par clippage de la sylvienne chez cet animal des foyers de ramollissement dont le caractère limité autorise une appréciation assez précise de leur volume et d'établir ainsi des corrélations entre le temps de claspement artériel, la taille du ramollissement créé et l'évolution clinique observée.

- Dans le lot d'animaux ayant fait l'objet d'une oblitération permanente, la plupart sont morts rapidement, tous les survivants étaient hémiparétiques. Le volume moyen du ramollissement ainsi créé était de 3,73 cm<sup>3</sup>.
- Inversement, dans le lot d'animaux ayant fait l'objet d'un claspement temporaire pendant 3 heures, 10 % seulement sont décédés, aucun des survivants n'était hémiparétique. Le volume moyen du ramollissement était de 0,5 cm<sup>3</sup>.

Des études du débit sanguin cortical effectuées par ailleurs par le même groupe d'auteurs (WALTZ, SUNDT et OWEN) leur ont permis d'aboutir à des conclusions identiques sur le problème de la réversibilité au cours des premières heures des perturbations hémodynamiques engendrées par l'oblitération expérimentale de l'artère sylvienne.

Les premiers résultats de notre expérimentation actuellement en cours sur l'ischémie cérébrale provoquée sur le chien semblent nous autoriser à formuler quelques remarques :

- Le clippage sylvien prolongé chez cet animal au-delà d'une heure engendre la création d'un ramollissement superficiel qui ne semble guère influencé par la levée ultérieure de l'obstacle.
- Cependant, le maintien de l'oblitération au-delà de plusieurs heures aboutit à la formation d'un ramollissement sylvien total dont le caractère hémorragique est fréquent, sans que l'animal soit forcément hémiparétique, en raison probablement de la prévalence du système vertébro-basilaire dans cette espèce (WHITE et DONALD).
- La levée du clampage sylvien avant la sixième heure permet d'obtenir une limitation du foyer ischémique aux proportions qu'il admet après une heure d'occlusion artérielle.

Bien que les principes tirés des résultats obtenus en pathologie expérimentale ne puissent être extrapolés et appliqués à l'espèce humaine qu'avec réserves, ceux-ci viennent corroborer l'hypothèse d'une réversibilité au moins partielle des lésions parenchymateuses pendant les premières heures d'occlusion artérielle et sont à mettre à l'actif du principe d'une levée précoce de l'obstacle.

3. L'étude du devenir spontané des malades porteurs d'embolies artérielles intra-crâniennes peut, dans certains cas, nous l'avons vu, apporter des arguments s'inscrivant en faveur du geste chirurgical, ne serait-ce qu'en raison d'une mortalité plus importante chez les sujets n'ayant pas bénéficié d'une lyse spontanée de l'embol.

D'autre part, il apparaît que cette éventualité est habituellement trop tardive pour entraîner une amélioration significative du pronostic fonctionnel.

*Le rôle de la chirurgie serait alors de se substituer le plus tôt possible à la nature dans l'accomplissement du processus biologique de lyse spontanée de l'embol souvent trop tardif pour être efficace.*

C. LA CHIRURGIE NE CONSTITUE, ICI COMME AILLEURS, QU'UNE DES BRANCHES DE LA THERAPEUTIQUE et ne contre-indique pas la mise en oeuvre des moyens médicaux classiques.

L'institution au cours des suites opératoires précoces d'un **traitement anticoagulant** constitue à notre avis une nécessité absolue :

- Il n'est pas dangereux au-delà de 24 heures lorsqu'une hémostase soigneuse a été réalisée dans le foyer opératoire.
- Il est logique : son rôle préventif dans la survenue de récidives semble démontré et son institution précoce après l'intervention doit à l'avenir contribuer à réduire la mortalité liée à la dissémination embolique. On peut se demander à posteriori, à propos de notre quatrième malade, si le pronostic n'eût pas été radicalement transformé par la thérapeutique anticoagulante.
- Il doit enfin être prolongé au minimum pendant un an après l'accident initial, délai auquel le risque de récurrence est statistiquement plus faible (CARTER, SZEKELY), sauf si, entre-temps, le traitement de l'affection causale vient le rendre superflu.

**L'utilisation des thérapeutiques vaso-protectrices et vaso-dilatatrices** est également indiquée au cours des suites opératoires.

Elles augmenteraient l'efficacité de la circulation collatérale et semblent utiles pour lutter contre le spasme qu'aurait pu engendrer la manipulation artérielle. Ces médications doivent être dépourvues d'effets secondaires hypotenseurs, WALTZ ayant démontré le caractère préjudiciable d'une hypotension artérielle sur les réseaux collatéraux.

**Le traitement de l'affection emboligène** impose une surveillance toute particulière de l'état cardiaque sous monitoring et éventuellement le recours aux thérapeutiques toni-cardiaques et antifibrillantes.

Secondairement pourra être débattue l'opportunité d'un geste chirurgical visant à corriger une valvulopathie.

**L'institution d'une thérapeutique fibrinolytique complémentaire** semble illogique dès l'instant où la perméabilité vasculaire a pu être rétablie. Sa mise en oeuvre est par ailleurs contre-indiquée à la suite d'un acte opératoire récent.

**L'oxygénothérapie hyperbare** enfin, qui semble avoir eu un heureux effet chez notre deuxième malade doit trouver sa place en tant que thérapeutique complémentaire. Son rôle protecteur sur le parenchyme semble démontré au cours de processus d'oedème et d'ischémie obtenus expérimentalement (SUKOFF, HOLLIN et JACOBSON 1967).

### III. SELECTION DES MALADES

La reconnaissance de l'innocuité relative du geste chirurgical et la définition de ses limites d'efficacité nous amènent à envisager le problème pratique du choix des malades pouvant en bénéficier.

#### A. L'affirmation de la nature embolique de l'obliteration artérielle constitue le premier critère d'opérabilité

La fréquence réelle des embolies artérielles semble avoir été, jusqu'à ces dernières années, sous-estimée au profit des oblitérations d'origine athéromateuse, et il existe à ce sujet une discordance frappante entre les suspicions cliniques et les constatations nécropsiques.

Si DALAL et CARTER tiennent les embolies pour responsables de 24 % et 15 % de leurs accidents vasculaires cérébraux, la série anatomique de BLACKWOOD (1969) leur attribue 45,8 % des ramollissements sylviens constatés. LHERMITTE, GAUTHIER et DEROUESNE découvrent 28 fois une origine embolique dans une étude anatomique portant sur 47 ramollissements sylviens, et soulignent la fréquence des embolies provenant de lésions athéromateuses de la carotide cervicale.

Les oblitérations d'origine embolique constitueraient donc la cause principale des oblitérations artérielles intra-crâniennes, en particulier sylviennes, et l'argument de fréquence ne sera pas à négliger au cours de la démarche diagnostique.

#### Sur le plan pratique :

##### 1. La mise en évidence d'une affection emboligène est d'un intérêt primordial

- **Les cardiopathies**, en particulier accompagnées de troubles du rythme, sont la cause la plus fréquente d'embolies cérébrales, c'est dire l'importance du bilan cardiaque chez ces malades, pouvant authentifier une valvulopathie mitrale, une nécrose myocardique, une fibrillation auriculaire en apparence primitive ou une endocardite infectieuse latente.

- **Mais d'autres circonstances étiologiques** peuvent rendre compte de la survenue d'embolies artérielles cérébrales. Il en a été décrit :

- à la suite de *traumatismes crâniens et cervicaux* (DUMAN et STEPHENS 1963, HOLLIN, SUKOFF, SILVERSTEIN et GROSS 1966, WOLPERT et SCHECHTER 1966, TAKAHASHI et HONDA 1969, SAKAMOTO et SUMIKAWA 1969) ;

- à la suite de la *pénétration cervicale de corps étrangers* (PIAZZA et GAIST 1960, ALTHOFF 1967, SANDOK et SPIEGEL 1968, Van GILDER 1970) ;
- au cours d'*états infectieux des voies aériennes supérieures* (SHILLITO) ;
- plus récemment, enfin, à la suite d'*administration prolongée de progestatifs*.

Chez nos malades, il n'existait d'affection emboligène que dans 4 cas (obs. III, IV, V, VI). Il s'agissait chaque fois d'une cardiopathie. Dans 2 cas (obs. IV et V), elle ne fut authentifiée qu'à posteriori.

**2. Le mode d'installation clinique du déficit** est classiquement brutal ou du moins très rapide lorsqu'une embolie est en cause (DESROUENE).

Une hémiplégie d'installation brutale chez un sujet jeune est très probablement embolique, surtout lorsque la survenue du déficit a été précédée de crises comitiales (MILLER-FISCHER).

**3. L'aspect angiographique de l'oblitération** est évocateur de l'étiologie embolique lorsqu'il existe une image de "stop" franc réalisant un arrêt cupuliforme du produit de contraste comme nous avons pu le constater chez notre deuxième et notre troisième malade.

Chez le quatrième, il existait au niveau de la carotide cervicale une image lacunaire régulière n'évoquant pas une plaque d'athérome, permettant de suspecter l'éventualité d'un embol ayant migré dans la carotide intra-crânienne.

Par ailleurs, la constatation d'une image angiographique de sténose de la carotide interne cervicale à proximité de la bifurcation ne permet en rien de préjuger de l'origine athéromateuse de l'oblitération intra-crânienne associée (RING 1965, LHERMITTE et coll. 1970). Cette éventualité doit cependant contre-indiquer tout abord chirurgical premier sur l'obstruction intra-crânienne.

## B. L'INDICATION OPERATOIRE DOIT ETRE POSEE LE PLUS PRECOCEMENT POSSIBLE

Il est impossible de fixer actuellement avec précision un délai maximum d'opérabilité ; cependant les résultats satisfaisants obtenus par certains auteurs à la suite d'interventions pratiquées avant la 48e heure nous incitent à penser que le geste chirurgical a le plus de chance d'être efficace au cours des deux jours faisant suite à l'accident initial.

Les conditions idéales seraient l'obtention de la désobstruction dans les 12 heures, ce qui suppose un transfert rapide du malade en milieu neurochirurgical, la réalisation d'une artériographie immédiatement suivie du geste opératoire.

Les conditions optimum — qui n'ont pu être remplies que chez deux de nos malades — seront assez rarement réunies, ce qui implique que dans l'état actuel des choses, seul un groupe restreint de sujets privilégiés puisse bénéficier de ces délais souhaitables.

Soulignons cependant que ces frontières chronologiques ne sauraient être trop restrictives : YASARGIL fait état d'excellents résultats chez des malades opérés beaucoup plus tardivement. Notre 6e observation, malgré un recul encore faible, semble également attester de l'efficacité possible du geste chirurgical après un délai de deux semaines.

### C. D'AUTRES CRITERES

#### NE SERONT PAS SANS INTERET DANS LA DISCUSSION DE L'INDICATION

**1. La topographie de l'oblitération artérielle** interviendra dans le débat en fonction de son niveau infra ou supra-Willisien.

C'est ainsi qu'une embolie carotidienne respectant la bifurcation emportera d'autant plus facilement la décision opératoire que son extension vers l'aval risque d'interrompre les voies de suppléance du polygone de Willis.

Par ailleurs, l'embolectomie de la cérébrale antérieure ne peut se justifier que dans la mesure où l'oblitération intéresse un segment artériel intégré dans l'anomalie de montage du polygone connue sous le nom de cérébrale antérieure unique, ce qui était le cas chez notre deuxième malade.

**2. Des contre-indications opératoires d'ordre général** devront enfin être posées dans une série de circonstances où l'intervention de l'âge, du terrain et de l'état de conscience rendraient le geste chirurgical exagérément périlleux :

C'est ainsi qu'un âge supérieur à 60 ans, une altération de l'état de conscience, un mauvais état général, l'existence de troubles végétatifs intenses, une décompensation cardiaque évidente ainsi qu'un important engagement artériel à l'angiographie constituent pour nous autant de contre-indications formelles.



*EN RESUME : Les conditions optimum d'opérabilité semblent réunies de façon idéale chez un sujet jeune, porteur d'une cardiopathie valvulaire compensée, chez lequel s'est installé depuis moins de 24 heures un accident embolique entraînant un déficit neurologique complet sans troubles de conscience.*

Les cas ne répondant pas à ces différents critères ne devront être confiés à la chirurgie qu'avec davantage de réserves sur le plan du risque vital et du bénéfice fonctionnel à en attendre.

#### IV. LA CHIRURGIE MERITE-T-ELLE CEPENDANT D'ETRE TOTALEMENT EXCLUE DE L'ARSENAL THERAPEUTIQUE DANS LES CAS D'OBLITERATIONS ARTERIELLES INTRA-CRANIENNES NE REpondant PAS AUX CRITERES D'OPERABILITE DEFINIS PLUS HAUT ?

L'attitude thérapeutique d'un geste désobstruteur porté dans les délais les plus brefs sur une oblitération artérielle présumée d'origine embolique se veut le reflet d'une opinion personnelle qui ne semble pas partagée par tous les auteurs, certains refusant tout geste chirurgical sur une artère intra-crânienne oblitérée, d'autres en étendant au contraire les indications aux obstructions de toute origine, d'autres enfin s'orientant vers la réalisation de procédés palliatifs de dérivation.

##### A. LA CHIRURGIE DIRECTE DES THROMBOSES ARTERIELLES INTRA-CRANIENNES D'ORIGINE ATHEROMATEUSE

se heurte à une série d'obstacles, en particulier techniques, que l'apport des procédés micro-chirurgicaux ne permet de surmonter qu'incomplètement.

**Le terrain** sur lequel elles surviennent est bien souvent par lui-même une source de contre-indications à la réalisation d'un abord direct : outre le fait qu'une oblitération artérielle intra-crânienne athéromateuse constitue le reflet d'une maladie vasculaire générale aux localisations plurifocales, le grand âge de ces malades, un état myocardique volontiers précaire incitent à la prudence.

Le geste chirurgical se devra ici d'aboutir à une **endartériectomie** qui, tout en étant possible (JACOBSON, SUNDT, DONAGHY et YASARGIL), laissera inévitablement persister en aval du séquestre athéromateux des fragments d'intima dont la mobilité est impossible à contrôler. Ce détail qu'ont souligné SCHEIBERT, puis SUNDT, prend toute son importance, compte tenu du petit calibre des vaisseaux intra-crâniens.

**L'extension fréquente des lésions** en amont et en aval de l'oblitération et dont l'artériographie est un témoin bien infidèle, imposerait la réalisation d'artériotomies démesurées dont la fermeture apparaîtrait d'autant plus délicate qu'elle serait appliquée sur une paroi malade.

Nous n'avons trouvé dans la littérature que 4 tentatives de cet ordre à la suite desquelles une amélioration du déficit neurologique pouvait éventuellement être imputable à une reperméabilisation vérifiée par angiographie (1 cas chez WELCH et SCHEIBERT, 2 cas chez YASARGIL).

On ne saurait cependant conclure sans rappeler que l'existence d'un contexte athéromateux n'exclut pas formellement la possibilité d'un embol qui pourrait bénéficier d'un geste désobstruteur rendu alors légitime par l'intégrité de la paroi.

## B. LES TECHNIQUES DE DERIVATION (by-pass entre une artère extra-crânienne et une artère intra-crânienne).

Le principe de ce geste chirurgical palliatif, qui doit aboutir à un accroissement de l'apport sanguin en aval de l'oblitération, avait été imaginé en 1950 par HENSCHEN qui tente d'améliorer la vitalité d'un hémisphère cérébral en appliquant à sa surface un lambeau musculaire temporal.

Ultérieurement se faisait jour l'idée d'anastomoser une artère extra-crânienne saine avec un segment d'artère intra-crânienne situé en aval de l'oblitération.

REICHMAN (1971) démontre, par un travail expérimental sur l'anastomose linguo-basilaire chez le chien, les capacités d'adaptation considérables aux besoins parenchymateux des nouveaux systèmes d'irrigation ainsi créés. YASARGIL aboutit aux mêmes conclusions à la suite d'anastomoses entre l'artère temporale superficielle et l'artère sylvienne du chien.

Deux techniques, faisant l'une et l'autre appel à ce principe du shunt sont actuellement utilisables :

- **L'anastomose entre la carotide primitive et la carotide interne intra-crânienne** à l'aide d'un greffon artériel ou veineux (WORINGER et KUNLIN 1963, LOUGHEED, MARSHALL et HUNTER 1970, LAPRAS 1970, NEBLETT 1971), qui est réservée aux oblitérations complètes de la carotide interne en amont de son segment supra-clinoïdien. Nous avons pratiqué ce type d'intervention chez un malade chez lequel la constitution d'anévrismes traumatiques de la carotide cervicale avait fait redouter des complications emboliques.

- **L'anastomose entre l'artère temporale superficielle et une branche de l'artère sylvienne située en aval de l'oblitération.** Ce geste s'adresse aux sujets porteurs d'obstructions de la carotide supra-clinoïdienne ou du tronc sylvien.

Après avoir pratiqué cette intervention chez 21 malades avec des résultats encourageants, YASARGIL souligne son innocuité et lui donne la préférence sur l'abord direct de l'oblitération, même d'origine embolique. REICHMAN, SATOVICK, DAVIS et ROBERTS rapportent en 1971 4 tentatives analogues comportant des contrôles angiographiques attestant de la perméabilité des montages au-delà de six mois.

GRATZL, STEUDE et SCHMIETEK (1971) démontrent l'augmentation du débit sanguin cérébral régional conférée par la réalisation de ce montage, mais reconnaissent son inutilité aux stades précoces de l'accident vasculaire et en dehors des cas où un épisode déficitaire transitoire témoigne d'une ischémie cérébrale réversible. Elle aurait alors une valeur préventive.

Notre expérience de ce type d'intervention reste encore limitée. Nous l'avons tentée à deux reprises, sans obtenir de perméabilité durable du dispositif ni d'amélioration de la séméiologie neurologique.

Néanmoins, la simplicité du geste, un risque opératoire minime, ainsi que les résultats encourageants obtenus par d'autres auteurs nous incitent à y voir une perspective intéressante. *Ses indications méritent d'être élargies* chez les sujets ne pouvant bénéficier selon nos critères d'un abord direct pour des raisons inhérentes à un délai trop prolongé, un terrain trop fragile ou une oblitération dont la nature athéromateuse est probable.



## CONCLUSIONS

L'analyse de travaux expérimentaux portant sur la chirurgie des petites artères et sur l'ischémie cérébrale temporaire et leur extrapolation à une série de 6 malades porteurs d'un embol intra-crânien abordé chirurgicalement (service du Professeur LECUIRE et du Professeur Agrégé LAPRAS) permettent de dégager des conclusions sur le plan de la technique et de l'indication.

- *Sur le plan technique :*

Le caractère **segmentaire** de l'oblitération qui s'est avéré manifeste chez tous nos malades rend possible sa découverte dans sa totalité. Cette exposition complète est un préalable indispensable à la réalisation des temps ultérieurs :

elle autorise le libre choix du siège de l'artériotomie. La réalisation de celle-ci à la **partie distale** de l'oblitération favorise l'extraction du matériel embolique que peut faciliter l'utilisation de certains artifices inhabituels à ce niveau (sonde de Fogarthy ou fibrinolytiques locaux).

Pour obtenir la fermeture de l'incision artérielle, le procédé idéal semble représenté par l'application d'une **micro-suture**. Cette technique nous a permis d'obtenir chez l'animal un taux de perméabilité à long terme de 88 % sur des artères d'un calibre inférieur à 2 mm.

Le recours aux autres méthodes trouve à la fois sa justification et ses limites en présence des conditions anatomiques et des altérations pariétales propres à l'espèce humaine.

- *Sur le plan de l'indication :*

La brièveté de notre série et le défaut d'homogénéité des cas publiés dans la littérature n'autorisent pas à attribuer valeur d'arguments aux résultats chirurgicaux.

La **gravité** du pronostic de l'affection laissée à elle-même malgré l'éventualité aléatoire et souvent tardive d'une **repermeation spontanée**, tendrait à justifier les tentatives chirurgicales qui doivent cependant faire la preuve de leur efficacité et de leur relative innocuité :

A la lumière d'un travail appréciant chez le chien les effets d'un clampage artériel plus ou moins prolongé, au niveau du système carotidien, il paraît possible d'affirmer qu'une **ischémie limitée dans le temps** est le meilleur pronostic sur le plan anatomique et fonctionnel qu'une ischémie prolongée.

Le traitement chirurgical ne nous semble pas accroître le risque vital de façon appréciable à condition de l'intégrer dans le **traitement général de l'affection emboligène** dont il ne contre-indique en rien l'instauration en période post-opératoire.

L'absence de décompensation cardiaque et de troubles de conscience constitue une condition indispensable à la décision d'un abord direct dont la **précocité** est le meilleur gage de succès.

Chez les sujets vus tardivement ou ne répondant pas à ces critères, le traitement chirurgical reste concevable sous forme d'interventions palliatives.

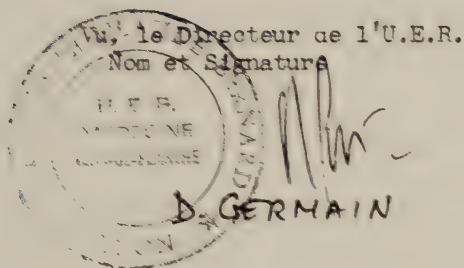
Le Président de la Thèse :

Nom et Signature

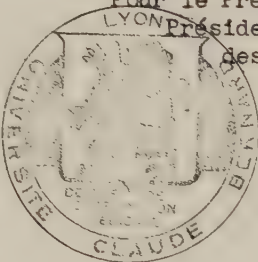
*I. Wury*

Vu et permis d'imprimer

LYON, le **18 MAI 1972**



Le Président de l'Université Claude Bernard  
Pour le Président, le Premier Vice-Président  
Président du Comité de Coordination  
des Etudes Médicales



*R. Touraine*

R. TOURAINE

## BIBLIOGRAPHIE

### I. TRAVAUX EXPERIMENTAUX :

ABBE R. : The surgery of the hand.  
N.Y. Med. J. 1894, **59**, 33-40.

ANTHONY L.U., GOLDRING S., O'LEARY J.L. et Al. : Experimental cerebro-vascular occlusion in dog.  
Arch. Neurol. 1963, **8**, 515-527.

ASMAN C. : The anevrysmate.  
In : Scriptorum Latinorum de anevrysmatibus collectio. T. Lauth, Ed. Argenvotari : A. KOENIG  
1785, **XVIII**, 583-624.

BALLINGER W.F., FINEBERG C. and FIGLIO D. : Repair of small blood vessels with minimal interruption of flow.  
J. Surg. Res. 1963, **3**, 475.

BELLMAN S. : Microangiography.  
Acta Radiol. 1953, Suppl. 102.

BELLMAN S., KOVAMEES A., RIETZ K.A. : Reconstruction of small arteries : Androsov's and Nakayama's apparatuses and microangiography.  
In : Microvascular Surgery. Ed. by R.M.P. DONAGHY, YASARGIL M.G. Thieme, Stuttgart  
1967, 67-74.

BERNHARD W.F., CUMMIN A.S., VAWTER G.F. and CARR J.G. Jr : Closure of vascular incisions utilizing a new flexible adhesive.  
Surg. Forum, 1962, **13**, 231-233.

BLAKEMORE A.H., LORD J.W. Jr and STEFKO P.L. : The severed primary artery in the war wounded. A non suture method of bridging arterial defects.  
Surgery, 1942, **12**, 488-508.

BRET Ph., DECHAUME J.P., LECUIRE J., LAPRAS Cl., DERUTY R., DELIGNETTE B., BERGER G. : Perspectives fournies par l'expérimentation des techniques microchirurgicales sur les artères du rat. Communication présentée le 20 mars 1972 devant la Société Nationale de Médecine et des Sciences Médicales de Lyon. A paraître dans "Lyon Médical".

- BREWER G.E. : Some experiments with a new method of closing wounds of the large arteries.  
Ann. Surg. 1904, **40**, 856-864.
- BUNCKE H.J. Jr and SCHULZ W.P. : Total ear reimplantation in the rabbit utilizing microminiature vascular anastomoses.  
Br. J. Plast. Surg. 1966, **19**, 15-22.
- CAMPBELL J.B. and FORSTER F.M. : The anterior cerebral artery in the Macaque monkey.  
J. Nerv. and Ment. Dis., 1944, **99**, 229.
- CARREL A. and GUTHRIE C.C. : Uniterminal and biterminal venous transplantations.  
Surg. Gynec. Obstet. 1906, **2**, 266-286.
- CARREL A. : Results of the transplantation of blood vessels, organs and limbs.  
J. Amer. Med. Ass. 1908, **51**, 1 662-1 667.
- CARROLL S.E. : Experimental anastomosis of the left internal mammary artery to the divided circumflex coronary artery using the NRC - Vogelfanger stapling device.  
Canad. J. Surg. 1964, **7**, 463.
- CARTER E.L. and ROTH E.J. : Direct non suture coronary artery anastomosis in the dog.  
Ann. Surg. 1958, **148**, 212.
- CARTON C.A., KESSLER L.A., SEIDENBERG B. and HURWITT E.S. : A plastic adhesive method of small blood vessel surgery.  
World Neurol. 1960, **1**, 356-362.
- CARTON C.A., KESSLER L.A., SEIDENBERG B. and HURWITT E.S. : Experimental studies in the surgery of small blood vessels. IV. Non suture anastomosis of arteries and veins, using flanged ring prostheses and plastic adhesive.  
Surg. Forum, 1960, **11**, 238-239.
- CARTON C.A., KESSLER L.A., SEIDENBERG B. and HURWITT E.S. : Experimental studies in surgery of small blood vessels. II. Patching of arteriotomy using a plastic adhesive.  
J. Neurosurg., 1961, **18**, 188-194.
- CARTON C.A., HEIFETZ M.D. and KESSLER L.A. : Patching of intracranial internal carotid artery in man using a plastic adhesive (Eastman 910 Adhesive).  
J. Neurosurg., 1962, **19**, 887-895.
- CASTEN D.F., SADLER A.H. and FORMAN D. : An experimental study of the effect of sympathectomy on patency of small blood vessels.  
Surg. Gynec. and Obst. 1962, **115**, 462.
- CHASE M.D. and SCHWARTZ S. : Consistent patency of 1,5 millimeter anastomosis.  
Surg. Forum, 1962, **13**, 220-222.

- COBETT J.R. : Quoted by SMITH J.W. — Microsurgery : review of the literature and discussion of microtechniques.  
Plast. and Reconst. Surg. 1966, **37**, 236.
- COBETT J.R. : Microvascular surgery.  
Surg. Clin. N. Amer., 1967, **47**, 521,
- COE J.E. and BONDURANT C.P. : Thrombosis following the use of autogenous fascia and cyanoacrylate (Eastman 910 Monomer) for the wrapping of an intra-cranial aneurysm.  
J. Neurosurg., 1964, **21**, 884-886.
- COIMBRA A. : Nerve cell changes in the experimental occlusion of the middle cerebral artery. Histological and histochemical study. Exp. 9.  
Acta Nevropath. (Berl.) 1964, **3/6**, 547-557.
- COLLINS R.E. and DOUGLASS F.M. : Small vein anastomosis with and without operative microscope. A comparative study.  
Arch. Surg. Chicago, 1964, **88**, 740-742.
- CRAWFORD E.S., BEALL A.C., ELLIS P.R. Jr and De BAKEY M.E. : A technic permitting operation upon small arteries.  
Surg. Forum 1960, **10**, 671-675.
- CROWELL R.M. and YASARGIL M.G. : Experimental microvascular auto-grafting. Technical note.  
J. Neurosurg. 1969, **31**, 101-104.
- DENNY-BROWN D. and MEYER J.S. : The cerebral collateral circulation. 2 Production of cerebral infarction by ischemic anoxia and its reversibility in early stages.  
Neurology (Minneap.) 1957, **7**, 567-579.
- DONAGHY R.M.P. : Patch and by-pass in micro-angeional surgery.  
In : Micro-vascular Surgery. Ed. by R.M.P. DONAGHY, YASARGIL M.G. Mosby, St Louis, Thieme, Stuttgart, 1967, 75-86.
- DUTTON J., YATES P.O. : An experimental study of the effects of a plastic adhesive, methyl-2-cyanoacrylate monomer ( $M_2C - 1$ ) in various tissues.  
J. Neurosurg. 1966, **24**, 877-882.
- EGDAHL R.H. and HUME D.M. : Non-suture blood vessel anastomosis.  
Arch. Surg. 1956, **72**, 232.
- EIKEN O. : Arch. Chir. Scand., 1961, **121**, 90-102, 188-199, 200-210.
- FIESCHI C. : Les ischémies expérimentales.  
Journées Internationales de Circulation Cérébrale, Toulouse, 22 avril 1972.
- FISK Jr, BENDER M. and OWENS G. : Experimental cerebrovascular occlusion. New technic for evaluation.  
N.Y., St J. Med., 1961, **69/4**, 537-541.

FONCIN J.F. : Aspects ultrastructuraux de l'ischémie cérébrale.

Journées Internationales de Circulation Cérébrale, Toulouse, 21 avril 1972.

FOURCADE C., DUREAU G., LENOIR J., SCHILT W., PAUL-BERTHELET J., FALCONNET J., EYRAUD Ch. et DESCOTES J. : L'impédance tissulaire, nouveau paramètre de viabilité d'un organe anoxique.

Path. Biol. 1970, **18**, 719-724.

GLOBUS J.H., EPSTEIN J.A., GREEN M.A. and MARKS M. : Focal cerebral hemorrhage experimentally produced.

J. Neuropath. and Exper. Neurol. 1949, **8**, 113.

GOETZ R.H., ROHMAN M., HALLER J.D., DEE R. and ROSENAK S.S. : Internal mammary coronary artery anastomosis. A non suture method employing tantalum rings.

J. Thoracic and Cardiovasc. Surg., 1961, **41**, 378.

GONZALEZ E.E. and NATHAN P. : A new method for anastomosing blood vessels by manually applied clips.

Angiology, 1963, **14**, 178.

GOTTLOB R., BLUEMEL G. : Über Gefäßwand veränderungen nach Einwirken von Alkylcyanoacrylat-Klebern.

Langenbecks Arch. Clin. Chir., 1967, **317**, 160.

GREEN G.E., SOM M.L. and WOLF W.I. : Experimental microvascular suture anastomosis.

Circulation, 1966 (suppl. 1), **33/34**, 199-203.

HAFNER C.D., FOGARTHY T.J. and CRANLEY J. : Non suture anastomosis of small arteries using a tissue adhesive.

Surg. Gynec. Obstet., 1963, **116**, 417-421.

HARVEY J. and RASMUSSEN T. : Occlusion of the middle cerebral artery : an experimental study.

Arch. Neurol. Psychiat., Chicago, 1951, **66**, 20-29.

HEALEY J.E. Jr, BROOKS B.J., GALLAGER H.S., O'NEILL L.P. and SHEENA K.S. : Non suture repair of blood vessels.

Ann. Surg., 1962, **155**, 817-826.

HEALEY J.E. Jr, MOORE E.B., BROOKS B.F., SHEENA K.S. : Vascular clamps for circumferential repair of blood vessels.

Surgery 1962, **51**, 452.

HEDBERG St E. : Suture anastomosis of small vessels following relief of spasm by hydrostatic pressure dilatation.

Ann. Surg. 1962, **155**, 51.

HOLT G.P. and LEWIS F.J. : A new technique for end-to-end anastomosis of small arteries.

Surg. Forum, 1960, **11**, 242.

- HOPPENSTEIN R., WEISSBERG D., GOETZ R.H. : Fusiform dilatation and thrombosis of arteries following the application of methyl-2-cyanoacrylate (Eastman 910 Monomer).  
J. Neurosurg., 1965, **23**, 556-564.
- INOKUCHI K. : A new type of vessel suturing apparatus.  
Arch. Surg. Chicago, 1958, **77**, 954-957.
- INOKUCHI K. : Stapling device for end-to-side anastomosis of blood vessels.  
Arch. Surg. Chicago, 1961, **82**, 337-341.
- INOUE R., MORI S., MIZUNO K., OTA K. : A new adhesive for vascular surgery.  
J. Cardiovasc. Surg. (Toronto), 1965, **44**, 241.
- ISENBERGER R.M. and CARROL M.C. : Muscle flap repair of perforation in the large arteries of dogs.  
Surgery, 1939, **6**, 265-277.
- IWABUCHI T., HIMWICH W.A. : Technique for exposure of the entire circle of Willis in the dog.  
J. Neurosurg. 1969, **31**, 238-241.
- JACOBSON J.H. and SUAREZ E.L. : Microsurgery in anastomosis of small vessels.  
Surg. Forum, 1960, **11**, 243-245.
- JACOBSON J.H. : Microsurgical technique in "The craft of surgery".  
COOPER P., Boston. Little, Brown and Co, 1964, 2 vol. (Vol. 1, 799-819).
- JACOBSON J.H. and SUAREZ E.L. : Microvascular surgery instrumentation and technique.  
Bull. Soc. Int. Chir.
- JASSINOWSKY A. : Die arteriennaht. Eine experimentell-Chirurgische studie (Inaug. Dissert.).  
Dorpat : C. Mattiesey, 1889, 102 p.
- JENSEN G. : Veber circulare Gefässutur.  
Arch. Klin. Chir., 1903, **69**, 938-998.
- KABAT H. : A new method of arterial anastomosis for acute experiments without use of an anticoagulant.  
Proc. Soc. Exp. Biol., N.Y., 1938, **37**, 698-700.
- KAPLAN A.H. : The lateral perforating branches of the anterior and middle cerebral arteries.  
J. Neurosurg. 1965, **23**, 305-310.
- KHODADAD G., LOUGHEED W.M. : Repair of small arteries with contact cement and teflon graft.  
J. Neurosurg. 1964, **21**, 552-560.
- KHODADAD G. : Repair and replacement of small arteries.  
M.S. Thesis 1965, University of Toronto.
- KHODADAD G. and LOUGHEED W.M. : Stapling technique in segmental vein autografts and end-to-end anastomosis of small vessels in dogs.  
J. Neurosurg., 1965, 855-864.

- KHODADAD G. and LOUGHEED W.M. : Repair and replacement of small arteries. Microsuture technique.  
J. Neurosurg. 1966, **24**, 61-69.
- KHODADAD G. : Long-term results of microvascular repair and replacement.  
Surgery 1971, **69**, 397-403.
- KLINE D.G. and HAYES G.J. : An experimental evaluation of the effect of a plastic adhesive, methyl-2-Cyanoacrylate, on neural tissue.  
J. Neurosurg. 1963, **20**, 647-654.
- KRIZEK T.J., TANI T., DESPREZ J.D. and KIEHN C.L. : Experimental transplantation of composite-grafts by microsurgical vascular anastomosis.  
Plast. and Reconstruct. Surg., 1965, **36**, 538.
- KURZE T. : Microscopic fix on fine nerves.  
Med. World News, 1965, **42**, 50-51.
- LAMBERT : Lettre. Med. Obsns. Inq. Soc. Phys. Lond., 1762, **2**, 360-364.
- LAZZARINI - ROBERTSON A.A. Jr : Hemodynamic principles and end to side vascular anastomosis.  
Arch. Surg. 1961, **82**, 384-386.
- LECUIRE J., LAPRAS Cl., DECHAUME J.P., DERUTY R., BRET Ph., YASUI H. : Neurochirurgie microscopique vasculaire cérébrale. Etudes expérimentales préalables.  
A paraître dans "Neurochirurgie".
- LOUGHEED W.M., TOM M. : A method of introducing blood into the subarachnoid space in the region of the circle of Willis in dogs.  
Can. J. Surg., 1961, **4**, 329.
- MALLINA R.F., MILLER T.R., COOPER P., CHRISTIE S.G. : Surgical stapling.  
Sci. Amer., 1962, **207**, 48.
- MAN B. and KOHN Z. : Experiments on the anastomosis of small vessels.  
J. Cardio. Surg., 1962, **3**, 195-200.
- MANAX W.G., BLOCH J.H., LONGERBEAM J.K. and LILLEHEI R.C. : Plastic adhesive as an adjunct in suture anastomosis of blood small vessels.  
Surgery, 1963, **54**, 663-666.
- MANI R.L. and NEWTON T.H. : Angiographic changes following acute experimental cerebral embolism in monkeys. Preliminary report.  
Invest. Radiol., 1969, **4**, 167.
- MATSUMOTO T., PANI K.C., HARDAWAY R.M. : N-Alkyl-a cyanoacrylate monomers in surgery : speed of polymerisation and method of their application.  
Arch. Surg., 1967, **94**, 153-156.

- MEYER J.S. : Circulation changes following occlusion of the middle cerebral artery and their relation to function.  
J. Neurosurg. 1958, **15**, 653-673.
- MILLER T.R. : The Russian stapling device.  
Tr. New-York Acad. Sc. 1963, **25**, 378.
- MURRAY K.D. : Dimensions of the circle of Willis and dynamic studies using electrical analogy.  
J. Neurosurg. 1964, **21**, 26-34.
- NAKAYAMA K., YAMAMOTO K. and TAMIYA T. : A new simple apparatus for anastomosis of small vessels. Preliminary report.  
J. Int. Coll. Surg., 1962, **38**, 12-26.
- NATHAN H.S., NACHLAS M.M., SOLOMON R.D., HALPERN B.D. and SELIGMAN A.M. : Non suture closure of arterial incisions using a rapidly polymerizing adhesive.  
Ann. Surg. 1960, **152**, 648-659.
- NEUHOF H. : Fascia transplantation into lateral defects of the major arteries.  
Surg. Gynec. Obstet. 1918, **26**, 330-342.
- NITZE : Demonstration of apparatus for suturing vessels.  
Zbl. Chir. 1897, **24**, 1 042.
- OTA K., MORI S. : New suture anastomosis of vascular prosthesis utilizing plastic adhesives.  
Angiology 1965, **16**, 521.
- PETERSEN J.N. and EVANS J.P. : The anatomical end results of cerebral arterial occlusion ; experimental and clinical correlation.  
Tr. Am. Neurol. A., 1937, **63**, 88.
- PUEL P., BIRABEN J.P., KEUCKERIAN A., ENJALBERT A. : Méthodes de microchirurgie vasculaire appliquées à la chirurgie expérimentale des coronaires.  
Rev. Méd. Toulouse, 1969, **V**, 677-680.
- RASMUSSEN T.B. : Experimental ligation of the cerebral arteries of the dog.  
Thesis, University of Minnesota, 1938.
- REICHMAN O.H. : Experimental lingual-basilar arterial microanastomosis.  
J. Neurosurg. 1971, **34**, 500-505.
- REPLUMAZ P., SISTERON A., AUDIBERT M., BONNET P., LOSOPIO G.M. : L'anastomose des artères de très petit diamètre à l'aide du bouton anastomotique de Nakayama.  
Lyon Chir. 1964, **60**, 263.
- RUMBAUGH Cl. and DAVIS D.O. : A method for preparation of experimental autologous cerebral emboli.  
Amer. Surg. 1969, **35**, 823-824.

- SACHS E., ERBENGI A., MARGOLIS G. and WILSON D. : Fatality from ruptured intra-cranial anevrysm after coating with methyl 2 cyanoacrylate (Eastman 910 monomer, M<sub>2</sub> C-1).  
J. Neurosurg. 1966, **24**, 889-891.
- SADD J.R., MENDENHALL J.T. and HICKEY R.G. : Value of microsurgical techniques in small vessel anastomosis and grafting.  
Circulation 1966, (suppl. 1), **33/34**, 196-198.
- SALMON J.H. : Repair of small arteries.  
J. Cardiovasc. Surg. 1963, **4**, 52-54.
- SALMON P.A. and ASSIMACOPOULOS C.A. : Microsurgery.  
Minn. Med. 1964, **47**, 679-686.
- SAMAMA M., DESNOYERS P., CONARD J., LABAUME J. : La thrombolyse par la streptokinase.  
1ère partie : étude expérimentale chez l'animal.  
Coagulation, 1969, **2**, 153-163.
- SCHUMACKER H.B. Jr, LOWENBERG R.I. : Experimental studies in vascular repair.  
Surg. 1948, **24**, 79.
- SELVERSTONE B. : Anevrysms at middle cerebral "trifurcation". Treatment with adherent plastics.  
J. Neurosurg. 1962, **19**, 884-886.
- SELVERSTONE B., DEGHAN R., RONIS N., DETERLING R.A. Jr, CALLOW A.D. : Adherent synthetic resins in experimental arterial surgery.  
Arch. Surg. (Chic.) 1962, **84**, 80.
- SIGEL B., AVECEDO F.J. : Vein anastomosis by electrocoaptive union.  
Surg. Forum, 1962, **13**, 233.
- SIGEL B., DUNN M.R. : The mechanism of blood vessel closure by high frequency electrocoagulation.  
Surg. Gynec. Obstet., 1965, **121**, 823.
- SMITH J.W. : Microsurgery of peripheral nerves.  
Plast. and Reconstruct. Surg., 1964, **33**, 317.
- SMITH J.W. : Microsurgery : review of the literature and discussion of microtechniques.  
Plast. and Reconstruct. Surg., 1966, **37**, 227-245.
- SMITH J.W. and JACOBSON J.H. : Microsurgery of blood vessels and nerves.  
Ed. E.J. Flynn. Williams and Wilkins Co., Baltimore, 1966.
- SMITH S. : Studies in experimental vascular surgery.  
Surgery, Saint-Louis, 1945, **18**, 627-643.
- STAHL W.M. and KATSUMURA T. : Reconstruction of small arteries.  
Arch. Surg. 1964, **88**, 384.

- STRULLY K.J., YAHR W.Z. : The effect of laser on blood vessel wall : a method of non occlusive vascular anastomosis.  
In : Microvascular Surgery Ed. by R.M.P., DONAGHY, M.G. YASARGIL. Thieme, Stuttgart, 1967, 135-138.
- SUAREZ E.L. and JACOBSON J.H. : Results of small artery endarterectomy-microsurgical technique.  
Surg. Forum 1961, **12**, 256-257.
- SUKOFF M.H., HOLLIN S.A., JACOBSON J.H. : The protective effect of hyperbaric oxygenation in experimentaly produced cerebral edema and compression.  
Surgery 1962, **40**, 1967.
- SUNDT T.M., NOFZINGER J.D. and MURPHEY F. : Arteriotomy patching by means of intra luminal pressure sealing venous autografts. A preliminary technical report.  
J. Neurosurg. 1965, **23**, 452-454.
- SUNDT T.M. Jr and WALTZ A.G. : Experimental cerebral infarction : retro-orbital, extra-dural approach for occluding the middle cerebral artery.  
Pwc. Staff. Meet. Mayo Clin. 1966, **41**, 159-168.
- SUNDT T.M. Jr and WALTZ A.G. : Hemodilution and anticoagulation effects on the hemovascular and microcirculation of the cerebral cortex after arterial occlusion.  
Neurology, Minneap. 1967, **17**, 290-298.
- SUNDT T.M. Jr, WALTZ A.G. and SAYRE G.P. : Experimental cerebral infarction : modification by treatment with hemodiluting, hemoconcentrating and dehydrating agents.  
J. Neurosurg. 1967, **26**, 46-56.
- SUNDT T.M. Jr, GRANT W.C. and GARCIA J.H. : Restoration of middle cerebral artery flow in experimental infarction. Technical note.  
J. Neurosurg., 1969, **31**, 311-322.
- SUZUKI J. and TAKEHIDE O. : A soluble internal splint for experimental vascular anastomosis. Technical note.  
J. Neurosurg., 1971, **35**, 355-358.
- TROUPP H. and TORBJÖRN R. : Methyl 2 cyanoacrylate (Eastman 910) in experimental vascular surgery (with a note on experimental arterial anevrysms).  
J. Neurosurg. 1964, **21**, 1 067-1 069.
- TSUCHIYA G., SUGAR O., YASHON D., HUBBARD J. : Reactions of rabbit brain and peripheral vessels to plastic used in coating arterial anevrysms.  
J. Neurosurg., 1968, **28**, 409.
- TUFFIER : A propos des plaies des artères.  
Bull. Soc. Chir. Paris, 1917, **43**, 1 469-1 471.

- TURNBULL I.M. : Clinical, histological and microangiographic study in rabbits following middle cerebral artery occlusion.  
Am. Roy. Coll. Phycns. Surg. Canada 1968, 1/1, 44.
- TZONOS T. : A new method for producing stereotyped micro-emboli in the brain of cats.  
Acta Neuropath. (Berl.) 1964, 3/4, 392-397.
- URSCHEL H.C. Jr and ROTH E.J. : Small arterial anastomosis.  
I - Non suture. II - Suture.  
Ann. Surg. 1961, 153, 599-611.
- VOGELFANGER I.J. and BEATTIE W.G. : A concept of automation in vascular surgery : a preliminary report on a mechanical instrument for arterial anastomosis.  
Can. J. Surg. 1958, 1, 262-265.
- VOGELFANGER I.J., BEATTIE W.G., BROWN F.N., DEVITT J.E., SCOBIE T.K. and SCOBIE D.H. :  
The problem of small vessel anastomosis.  
Surgery, 1962, 52, 354-362.
- WALTZ A.G., SUNDT T.M. Jr and OWEN C.A. Jr : Effect of middle cerebral artery occlusion on cortical blood flow in animals.  
Neurology, Minneap., 1966, 16, 1 185-1 190.
- WATTS J.W. : Ligation of the anterior cerebral arteries in monkeys.  
J. Nerv. and Ment. Dis. 1934, 79, 153.
- WHITE R.J., DONALD D.E. : Basilar artery ligation and cerebral ischemia in dogs.  
Arch. Surg. (Chicago) 1962, 84, 470-475.
- YASARGIL M.G. : Microsurgery applied to neurosurgery.  
1 vol. 1969, Georg. Thieme Verlag Edit. Stuttgart.
- YASHON D., JANE J.A., GORDON M.C., HUBBARD J.L. and SUGAR O. : Effects of methyl 2 cyanoacrylate adhesives on the somatic vessels and the cerebral nervous system of animals.  
J. Neurosurg. 1966, 24, 883-888.
- YODH S.B., WRIGHT R.L. : Experimental evaluation of four synthetic adhesives for possible treatment of anevrysms.  
J. Neurosurg. 1967, 26, 504-510.
- ZINGG W. and KHODADADEH M. : Vascular anastomosis - sutures, staples or glue ?  
Can. Med. Ass. J. 1964, 91, 791-794.

## II. TRAVAUX CLINIQUES

- ACHESON J., BOYD W.N., HUGH A.E., HUTCHINSON E.C. : Cerebral angiography in ischemic cerebrovascular disease.  
Arch. of Neurol. 1969, **20**, 5, 527-532.
- AIMARD G., DECHAUME J.P., BOUVIER C., LAPRAS Cl., MANSUY L. : Les oblitérations de l'artère sylvienne.  
Presse Médicale 1967, **75**, 1 963-1 967.
- ALKJAERSIG N., FLETCHER A.P., SHERRY S.  
J. Clin. Invest. 1959, **38**, 1 086.
- ALLCOCK J.M. : Occlusion of the middle cerebral artery : serial angiography as a guide to conservative therapy.  
J. Neurosurg., 1967, **27**, 353-363.
- ALTHOFF H. : Cerebral foreign body embolism following industrial accident.  
Koln - Mschr - Unfallheilk 1967, **70/3**, 124-230.
- AMBROSIO A., PROFETA G., CASTELLANO F. : Trattamento delle lesioni ostruttive della carotide e dei vasi cerebrali con farmaco fibrinolitico.  
Il Cardarelli, 1968, **4**, 493.
- ASSIMACOPOULOS C.A. and SALMON P.A. : A modified pneumatic needle holder suitable for fine suture techniques.  
Surg. Gynec. and Obst. 1964, **119**, 356.
- BAKEY M.E. De, CRAWFORD E.S., MORRIS G.C., COOLEY D.A. : Surgical considerations of occlusive disease of the innominate carotid, subclavian and vertebral arteries.  
Ann. Surg. 1961, **154**, 698.
- BERRY R.G. and ALPERS B.J. : Occlusion of the carotid circulation ; pathologic considerations.  
Neurology 1957, **7**, 223-237.
- BLACKWOOD W., HALLPIKE J.F., KOCEN R.S. and MAIR W.G.P. : Atheromatous disease of the carotid arterial system and embolism from the heart in cerebral infarction.  
Brain 1969, **92**, 4, 897-910.
- BLADIN P.F. : A radiologic and pathologic study of embolism of the internal carotid - middle cerebral artery axis.  
Radiology 1964, **82**, 615-625.
- BONNAL J., BOUDOURESQUES J., BILLE J., LAVIEILLE J. : Hémiplégie avec aphasie par embol sylvien parti d'un foyer de contusion traumatique de la carotide au regard de l'axis.  
Presse médicale 1967, **75**, n° 30, 1 569-1 572.

- BOLOT J.F. : L'oxygénothérapie hyperbare.  
Thèse Lyon 1967.
- BRAIN R. : Cerebral vascular disorders.  
Lancet 1954, **2**, 831-833.
- BRUETMAN M.E., FIELDS W.S., CRAWFORD E.S., De BAKEY M.E. : Cerebral hemorrhage in carotid artery surgery.  
Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.) 1963, **9**, 458.
- BURROWS E.H. and LASCELLES R.G. : The contribution of radiology to the diagnosis and prognosis of occlusions of the middle cerebral artery and its branches.  
Br. J. Radiol. 1965, **38**, 481-493.
- CARTER A.B. : Prognosis of cerebral embolism.  
Lancet 1965, **2**, 7411, 514-518.
- CASTELLANO F., AMBROSIO A., PROFETA G. : Traitement fibrinolytique des thrombo-embolies cérébrales.  
Neuro-chirurgie 1970, **16**, 81-88.
- CHOU S.N. : Embolectomy of middle cerebral artery. Report of a case.  
J. Neurosurg. 1963, **XX**, 161-163.
- CONFORTI P., ARMENISE B., FERRARI E. : Prospettive microneurochirurgiche nelle lesioni occlusive cerebrali vascolari.  
Minerva Neurochirurgica, 1970, **14**, 119.
- DALAL P.M., SHAH P.M., SHETH S.C. and DESHPANDE C.K. : Cerebral embolism. Angiographic observations on spontaneous clot lysis.  
Lancet 1965, **1**, 61-64.
- DALAL P.M., SHAH P.M. and AIYAR R.R. : Arteriographic study of cerebral embolism.  
Lancet 1965, **2**, 358-361.
- DAVIE J.L., RICHARDSON R. : Distal internal carotid thrombo-embolectomy using a Fogarthy catheter in total occlusion.  
J. Neurosurg. 1967, **27**, 171.
- DECHAUME J.P., DERUTY R., BRET Ph. : Note technique sur l'utilisation du microscope opératoire en neurochirurgie.  
C. Méd. Lyon, 1969, **45**, 21, 2255-2258.
- DECHAUME J.P., LECUIRE J., LAPRAS Cl., DERUTY R., MICHEL D., BRET Ph. : Oblitérations vasculaires intra-crâniennes d'origine embolique. Perspectives chirurgicales et discussion des indications. A propos de 5 observations.  
Communication présentée le 8 octobre 1971 devant la Société de Neuropsychiatrie médico-sociale de la région lyonnaise. A paraître dans le "Journal de Médecine de Lyon".

- DECHAUME J.P., LAPRAS Cl., MORIN A., BRET Ph., YASUI H. : Contribution à l'étude anatomique des branches perforantes de l'artère sylvienne.  
Colloque d'Anatomie Radiologique de la tête. Montpellier, 14 avril 1972.
- DEROUESNE C. : Les embolies cérébrales d'origine cardiaque.  
Rev. Prat. 1970, XX, 12, 1893-1897.
- DIMGANS J. and VOIGT K. : Rapid retrograde filling of embolically occluded branches of the middle cerebral artery via leptomeningeal anastomoses in carotid angiogram.  
Fortschr. Röntgenstr. 1969, 110/5, 651-655.
- DONAGHY R.M.P., JACOBSON J.H., WALLMAN L.J., FLANAGAN M.E., MACKAY A.G. : Microsurgery : a neurological aid. Second Int. Congress of Neurological surgeons (Washington, D.C.).  
N° 36, Excerpta Medica International Congress Series, 1961, E - 175-176.
- DONAGHY R.M.P., YASARGIL M.G. : Microvascular surgery.  
Report of first conference, 6-7 oct. 1966, Mary Fletcher Hospital, Burlington, Vermont. Thieme, Stuttgart and Mosby, St. Louis, Mo. 1967.
- DONAGHY R.M.P. and YASARGIL M.G. : Microvascular surgery.  
Eds., Stuttgart : Georg Thieme Verlag, 1967, 171 p.
- DONAGHY R.M.P., YASARGIL M.G. : Extra intracranial blood flow diversion. Presentation before the American Association of Neurological Surgeons.  
Chicago, Illinois, April II, 1968.
- DONAGHY R.M.P. : Status of microvascular surgery in 1971.  
Fourth European Congress of Neurosurgery. Prague July 28, 1971.
- DRIESEN E. : Erfolgreiche Naht der linken A. Cerebri media nach Verletzung bei Tumorresektion.  
Acta Neurochir. 1962, 10, 462.
- DUMAN S. and STEPHENS J.W. : Post traumatic middle cerebral artery occlusion.  
Neurology, Minneap. 1963, 13, 613-616.
- ECKER A.D. (1945) : Spasm of the internal carotid artery.  
J. Neurosurg. 1959, 2, 479-484 (quoted by JACOBSEN and SKINHOJ).
- ETTINGER M.G. and RYAN R.L. : Transient vascular occlusion in strokes.  
Minn. Med. 1965, 48, 863-866.
- FEINDEL W. : Discussion on cerebral ischemia in : TOOLE J.F., SICKERT R.G., WHISNANT J.P. (Eds).  
Cerebral vascular diseases. New-York/London, Grune and Stratton, 1968, 120-121.
- FIESCHI C. and BOZZAO L. : Transient embolic occlusion of the middle cerebral and internal carotid arteries in cerebral apoplexy.  
J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 1969, 32/3, 236-240.

- FISCHER C.M. and ADAMS R.D. : Observations on brain embolism with special reference to the mechanism of hemorrhagic infarction.  
J. Neuropath. exp. Neurol., 1951, **10**, 1, 92-93.
- FISCHER C.M. : Observations of the fundus oculi in transient monocular blindness.  
Neurology 1959, **9**, 333-347.
- FRENCH L.A. : Cité par CHOU S.N.
- GALIBERT P., DELCOUR J., GRUNEWALD P. et ROSAT P. : Les oblitérations de l'artère sylvienne.  
Traitement médical ou chirurgical.  
Neurochirurgie 1971, **17**, 3, 165-176.
- GALIBERT P., DELCOUR J., GRUNEWALD P., ROSAT P., LE GARS D. : Les difficultés de l'indication opératoire dans les oblitérations de l'artère sylvienne.  
Journées Internationales de Circulation Cérébrale, Toulouse, 22 avril 1972.
- GANNON W.E. and CHAIT A. : Occlusion of the middle cerebral artery with recanalization.  
Amer. J. Roentgenol., 1962, **88**, 24-26.
- GAZENDEL J. : Etude de 276 embolies cérébrales d'origine cardiaque.  
Thèse Médecine, Paris 1966, 124 p.
- GONZALES L.L., LEWIS C.M. : Cerebral hemorrhage risk stressed after endarterectomy.  
Surg. Gynec. Obstet. 1966, **122**, 773.
- GRATZL O., STEUDE U., SCHMIETEK P. : Indications for extra, intra-cranial anastomosis between the superficial temporal artery and a branch of the middle cerebral artery in man.  
Fourth European Congress of Neurosurgery, Prague June 28, 1971.
- GREENWOOD J. Jr : Two point coagulation. A new principle and instrument for applying coagulation current in neurosurgery.  
Amer. J. Surg. 1940, **50**, 267.
- GURDJIAN E.S., LINDNER D.W., HARDY W.G. and WEBSTER J.E. : Cerebro-vascular disease.  
An analysis of 600 cases.  
Neurology (Minneap.) 1960, **10**, 372-380.
- GURDJIAN E.S., LINDNER D.W., HARDY W.G. and THOMAS L.M. : Incidence of surgically treatable lesions in cases studied angiographically.  
Neurology (Minneap.), 1961, **11**, 150-152.
- HANDA H. : Application of fibrinolytic therapy to cerebro-vascular obstruction, with special reference to regional perfusion with urokinase.  
Jap. Clin. Med., 1968, **26**, 1657.

- HENSCHEN C. : Operation revascularisation des zirkulatorisch geschädigten Gehirns durch Anlegung gestielter Muskellappen (Encephalo-Myosynangiose).  
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 1950, **264**, 392.
- HOLLIN S.A. and SILVERSTEIN A. : Transient occlusion of the middle cerebral artery.  
J. Am. Med. Ass. 1965, **194**, 243-247.
- HOLLIN S.A., SUKOFF M.H., SILVERSTEIN A. and GROSS S.W. : Post traumatic middle cerebral artery occlusion.  
J. Neurosurg. 1966, 526-535.
- HUBER P. : Prognostic significance of angiographically visible collateral circulation in occlusion of the middle cerebral artery.  
Fortschr. Röntgenstr. 1966, **104/1**, 82-89.
- HUGUES J., LECOMTE J. :  
Acta Clin. Belg. 1957, **12**, 270.
- JACOBSEN H.H. and SKINHÖJ E. : Occlusion of the middle cerebral artery : an analysis of thirty six arteriographed cases.  
Dan. Med. Bull. 1959, **65**, 9-12.
- JACOBSON J.H., II, MILLER D.B. and SUAREZ E. : Microvascular surgery : a new horizon in coronary artery surgery.  
Circulation 1960, **22**, 767.
- JACOBSON J.H., II, WALLMAN L.J., SCHUMACHER G.A., FLANAGAN H., SUAREZ E.L., DONAGHY R.M.P. : Microsurgery as an aid to middle cerebral artery endarterectomy.  
J. Neurosurg. 1962, **19**, 108-115.
- JACOBSON J.H. : The development of microsurgical technique.  
In : Microvascular Surgery. Ed. by R.M.P. DONAGHY, M.G. YASARGIL. Thieme, Stuttgart 1967, 4-14.
- JANNETTA P.J. : The surgical binocular microscope in neurological surgery.  
Amer. Surg. 1968, **34**, 31.
- KATO M., MORI K., YOSHIDA K., TATSUZAWA Y. and HASEGAWA T. : A study of fibrinolytic treatment of cerebral embolism.  
Clin. Neurol. (Tokyo) 1965, **5/2**, 101-109.
- KEEN G., LEVEAUX V.H. : Prognosis of cerebral embolism in rheumatic heart disease.  
Brit. Med. J., 1958, **2**, 91-92.
- KLEAVELAND R.N. : Internal carotid artery embolectomy.  
New England J. Med. 1961, **264**, 759-761.

- KRAYENBUHL H. and YASARGIL M.G. : Occlusion of the middle cerebral artery : conclusions of a clinical investigation.  
Schweizer Arch. Neurol. Psychiat., 1964, **94**, 287-304.
- KRAYENBUHL H. and YASARGIL M.G. : Die Annendung des binokularen mikroskopes in der Neurochirurgie.  
Wein 2 Neir Heilk, 1967, **25**, 268-277.
- KRAYENBUHL H. and YASARGIL M.G. : Die Annendung des mikroskopes dei operationen des zentralnervensystem.  
Praxis, 1968, **57**, 214-217.
- KURZE T. : Microtechniques in neurological surgery.  
Clin. Neurosurg. 1964, **11** : 128-137.
- LAPRAS Cl. : Anastomoses par greffon d'artère radiale entre la carotide interne extra-crânienne et la carotide supra-clinoïdienne.  
Communication personnelle, 1970.
- LARSON S.J., LOVE L. and TIMMONS C. : Segmental occlusion of the middle cerebral artery.  
Am. J. Roentg., 1965, **94**, 223-229.
- LASCELLES R.G. and BURROWS E.H. : Occlusion of the middle cerebral artery.  
Brain, 1965, **88**, 85-96.
- LAZORTHES G. : Vascularisation et circulation cérébrales.  
Masson, Edit, Paris, 1961, 323 p.
- LECUIRE J., DECHAUME J.P. : Perspectives de la neurochirurgie microscopique.  
Communication présentée le 5 juillet 1969 au 88e congrès de l'Association Française pour l'avancement des Sciences.
- LECUIRE J., LAPRAS Cl., DECHAUME J.P., DERUTY R., BRET Ph. et YASUI H. : Perspectives neurochirurgicales dans les oblitérations artérielles intra-crâniennes.  
Journées internationales de circulation cérébrale. Toulouse, 22 avril 1972.
- LEHRER G.M. : Angiographic demonstration of collateral circulation, in cerebrovascular disease.  
Neurology (Minneap.), **8**, 27-32.
- LENEGRE J. et TATIBOUET L. : Les hémiplésies au cours des cardiopathies mitrales.  
Soc. Med. Hop. Paris, 1951, **67**, 2, 151-162.
- LHERMITTE F., GAUTIER J.C., DEROUESNE C. and GUIRAUD B. : Ischemic accidents in the middle cerebral artery territory : a study of the causes in 122 cases.  
Arch. Neurol., Chicago, 1968, **19**, 248-256.
- LHERMITTE F., GAUTIER J.C. and DEROUESNE C. : Nature of occlusions of the middle cerebral artery.  
Neurology (Minneap.) 1970, **20/1**, 82-88.

- LHERMITTE F. : Rôle des embolies dans la pathologie vasculaire cérébrale.  
Journées internationales de circulation cérébrale, Toulouse, 22 avril 1972.
- LOUGHEED W.M. and KHODADAD G. : A new clip for surgery of intracranial and small blood vessels.  
J. Neurosurg. 1965, **22**, 397-398.
- LOUGHEED W.M., GUNTON R.W. and BARNETT H.J.M. : Embolectomy of internal carotid, middle and anterior cerebral arteries. Report of a case.  
J. Neurosurg. 1965, **22**, 607-609.
- LOUGHEED W.M. : Surgery of intracranial vascular occlusion.  
In : Microvascular Surgery. Ed. R.M.P. DONAGHY, M.G. YASARGIL. Mosby, St Louis, Thieme, Stuttgart, 1967, 142-147.
- LOUGHEED W.M., MARSHALL B.M., HUNTER M. et al. : Repair of complete internal carotid occlusion by common carotid to intracranial carotid venous by pass.  
Presentation before the American Association of Neurological Surgeons. Washington DC, April 20, 1970.  
J. Neurosurg. 1971, **34**, 114-118.
- LUESSENHOP A.J. : Occlusive disease of the carotid artery. Observation on the prognosis and surgical treatment.  
J. Neurosurg., 1959, **16**, 705-730.
- Mc HENRY L.C. : Cerebral blood flow studies in middle cerebral and internal carotid artery occlusion.  
Neurology (Minneap.) 1966, **16** (12), 1 145-1 151.
- MALIS L.I. : Bipolar coagulation in microsurgery.  
In : microvascular surgery. Ed. by R.M.P. DONAGHY, M.G. YASARGIL. Mosby, St Louis, Thieme, Stuttgart, 1967, 126-130.
- MALMROS R. : Experiences in cerebral embolectomy.  
Fourth European Congress of Neurosurgery. Prague, June 28, 1971.
- MARSHALL J., ROSS RUSSEL R.W. : Evolution naturelle des accidents ischémiques transitoires (dans le territoire carotidien).  
Journées Internationales de Circulation Cérébrale. Toulouse, 22 avril 1972.
- MEYER J.S. and DENNY-BROWN D. : The cerebral collateral circulation.  
Part I : Factors influencing collateral circulation.  
Neurology, Minneap., 1957, **7**, 447-458.
- MEYER J.S., GILROY J., BARNHART M.I. and JOHNSON J.F. : Therapeutic trombolysis in cerebral thromboembolism. Double blind evaluation of intra-venous plasmin therapy in carotid and middle cerebral artery occlusion.  
Neurology (Minneap.), 1963, **13**, 927-937.

- PIAZZA G., GAIST G. : Occlusion of middle cerebral artery by foreign body embolus.  
J. Neurosurg. 1960, **17**, 172-175.
- PISCOL K. : Contribution to microsurgical treatment of vascular processes of the central nervous system.  
Fourth European Congress of Neurosurgery. Prague, June 28, 1971.
- POOL J.L. and COLTON R.P. : The dissecting microscope for intracranial vascular surgery.  
J. Neurosurg. 1966, **25**, 315-318.
- PROFETA G., AMBROSIO A. : Terapia fibrinolitica locale nella trombosi della carotide interna.  
Minerva Neurochirurgica, 1970, **14**, 120-123.
- RAND R.W., JANNETTA P.J. : Micro-surgery for aneurysms of the vertebral basilar artery system.  
J. Neurosurg. 1967, **27**, 330-335.
- RASCOL A. : Evolution naturelle des occlusions de la sylvienne.  
Journées Internationales de Circulation Cérébrale. Toulouse, 22 avril 1972.
- REICHMAN O.H., SATOVICK R.M., DAVIS D.O., ROBERTS T.S. : Collateral circulation to the middle cerebral territory by anastomosis of superficial temporal and cortical arteries.  
Fourth European Congress of Neurosurgery. Prague, June 28, 1971.
- RIGNAULT D. : Les médications thrombolytiques.  
La Presse Méd., 1969, **2**, 57.
- RING B.A. : Diagnosis of embolic occlusions of small branches of the intra-cerebral arteries.  
J. Roentgenol. 1966, **97/3**, 575-582.
- RISHIO S.I. : Studies on some cases with occlusive findings by cerebral angiography with reference to patients with hemiplegia.  
Nihon Univ. of Med. (Jap. Ed.), 1964, **23/6**, 374-386.
- SAKAMOTO K. and SUMIKAWA Y. : Traumatic middle cerebral artery occlusion.  
Brain Nerve (Tokyo), 1969, **21/9**, 983-991.
- SANDOK B.A. and SPIEGEL P.K. : Foreign body embolies to middle cerebral artery.  
Virginia Med. Mth. 1968, **95/3**, 151-153.
- SAREMA M., FABIAN F., FRYZE C. and NIEZABITOWSKI K. : Clinical pictures of occlusion of middle cerebral artery. Angiographic clinical correlation.  
Przegl. Lek. 1968, **24/10**, 740-742.
- SCHEIBERT C.D. : Middle cerebral artery surgery for obstructive lesions.  
Presented at meeting of Harvey Cushing Society, New-Orleans, La., May 2, 1959.
- SHILLITO J. Jr : Indications for surgery in cerebro-vascular accidents.  
Postgrad. med. J. 1961, **30**, 537.

- SHILLITO J. Jr : Carotid arteritis : a cause of hemiplegia in children.  
J. Neurosurg. 1964, **21**, 540-551.
- SHILLITO J. Jr : Intracranial arteriotomy in three children and three adults.  
In : Micro-vascular Surgery. Ed. by R.M.P. DONAGHY, M.G. YASARGIL. Thieme, Stuttgart 1967, 138-142.
- SHMYREV V.I., BOGATYREV Y.V. and DZHIOLADZE D.N. : A combined method of treatment in acute thrombosis of the extra-cranial sector of the carotid artery.  
Klin. Med. (Mosk.), 1970, **48/9**, 70-73.
- SILVERSTEIN A. and HOLLIN S. : The angiographic diagnosis of occlusion of the supraclinoid portion of the internal carotid artery.  
J. Mt Sinai Hosp. 1964, **31/2**, 79-89.
- SINDERMAN F., DIHGANS J. and BERGLOITER R. : Occlusion of the middle cerebral artery and its branches : angiographic and clinical correlation.  
Brain 1969, **92/3**, 607-620.
- SINDERMAN F., BECHINGER D., DIHGANS J. : Occlusions of the internal carotid artery compared with those of the middle cerebral artery.  
Brain 1970, **93/1**, 199-210.
- SOLOWAY H.B. and ARONSON S.M. : Atheromatous emboli to central nervous system. Report of 16 cases.  
Arch. Neurol. (Chic.), 1964, **11/6**, 657-667.
- STEVENSON G.C. : Trans-clival exposure of the basilar artery : a case presentation of basilar artery embolectomy in man.  
In : "Microvascular surgery". DONAGHY R.M.P. and YASARGIL M.G. Ed. Stuttgart : Georg. Thieme Verlag., 1967, 171 p., 148.
- SUNDT T.M. Jr and NOFZINGER J.D. : Clip-grafts for aneurysm and small vessel surgery.  
Part 1 : Repair of segmental defects with clip-grafts ; laboratory studies and clinical correlations  
Part 2 : Clinical application of clip-grafts to aneurysms ; technical considerations.  
J. Neurosurg. 1967, **27**, 477-489.
- SUNDT T.M., MURPHEY F. : Clip-grafts for aneurysm and small vessel surgery.  
Part 3 : Clinical experience in intra-cranial carotid artery aneurysms.  
J. Neurosurg. 1969, **31**, 59-71.
- SUSSMAN B.J. and FITCH I.S. : Thrombolysis with fibrinolysin in cerebral arterial occlusion : the role of angiography.  
Angiology, 1959, **10**, 268-282.
- SZEKELY P. : Systemic embolism and anticoagulant prophylaxis in rheumatic heart disease.  
Brit. Med. J., 1964, **1**, 5392, 1209-1212.

- TAKAHASHI S. and HONDA T. : Traumatic middle cerebral artery occlusion. Report of a case with review of literature.  
Brain Nerve (Tokyo) 1969, **21/10**, 1 128-1 131.
- TORVIK A. and JÖRGENSEN L. : Thrombotic and embolic occlusions of the carotid arteries in an autopsy material.  
Part 1 : Prevalence, location and associated diseases.  
J. Neurol. Sci., 1964, **1**, 24-39.
- VAN GILDER J.C., COXE W.S. : Shotgun pellet embolus of the middle cerebral artery. Case report.  
J. Neurosurg. 1970, **32**, 6, 711-714.
- VERON J.P. : Embolies cérébrales.  
Presse Méd. 1971, **79**, 5, 193-196.
- WADDINGTON M.M., RING B.A. : Syndroms of occlusion of middle cerebral artery branches. Angiographic and clinical correlation.  
Brain 1968, **91/4**, 685-686.
- WEBER M., PICARD L., DODINOT B. : Manifestations neurologiques des cardiopathies acquises (aspects actuels). Rapport de Neurologie.  
Congrès de Psychiatrie et de Neurologie de Langue Française. LXIXe session. Caen, 5-10 juillet 1971.  
Masson et Cie - Editeur.
- WELCH K. : Excision of occlusive lesions of the middle cerebral artery.  
J. Neurosurg., 1956, **XIII**, 73-80.
- WELLS C.E. : Cerebral embolism.  
Arch. Neurol. Psychiat., 1959, **81**, 6, 667-677.
- WERTHEIMER P., SAUTOT J. : Pathologie vasculaire des membres.  
1 volume. Masson 1958, 405 p.
- WOLPERT S.M. and SCHECHTER M.M. : Traumatic middle cerebral artery occlusion.  
Radiology 1966, **87/4**, 671-677.
- WORINGER E. et KUNLIN J. : Anastomose entre la carotide primitive et la carotide intra-crânienne ou la sylvienne par greffon selon la technique de la suture suspendue.  
Neurochirurgie, 1963, **9**, 181-188.
- WYLIE E.J., HEIN M.F., ADAMS J.E. : Intra-cranial hemorrhage following surgical revascularization for treatment of acute strokes.  
J. Neurosurg. 1964, **21**, 212.
- WRIGHT R.R. : Transient cerebral cortical ischemia.  
Neurology (Minneap.), April 1970, **20**, 410.

- YASARGIL M.G. : Entwicklung der diagnose und der chirurgischen Behandlung cerebro vascularer Erkrankungen.  
Schweiz. Med. Wschr. 1967, **97**, 1 734-1 736.
- YASARGIL M.G. : Microsurgery applied to neurosurgery.  
1 vol., Georg. Thieme Verlag. Stuttgart, 1969.
- YASARGIL M.G. : Clinical experience in constructive microsurgical operations of cerebral arteries.  
Rev. Bras. Cardiovasc. 1969, **5/3**, 181-185.
- YASARGIL M.G. : Intracranial microsurgery.  
Clinical Neurosurgery 1970, **XV**, 250-256.
- YASARGIL M.G., KRAYENBUHL H.A., JACOBSON J.H. : Microneurosurgical arterial reconstruction.  
Surgery, 1970, **67**, 221-223.
- YASARGIL M.G. : Microsurgical approach to the cerebrovascular diseases.  
Fourth European Congress of Neurosurgery. Prague June 28, 1971.
- YASARGIL M.G. : Anastomoses artérielles extra-crâniennes pour troubles circulatoires cérébraux.  
Journées Internationales de Circulation Cérébrale. Toulouse, 22 avril 1972.
- ZAPPE L., JUHASZ J. and VIDOVSZKY ; Occlusion of the large cerebral arteries.  
Dtsch. Z. Nervenheilk 1966, **189/3**, 192/210.
- ZARETSKAYA I. : Impairment of cerebral circulation in cases of stenosis and thrombosis of the middle cerebral artery.  
Zh. Nevropat., I. Psikhiat. 1964, **64/2**, 232-238.
- ZARETSKAYA I.K. and BRAGINA L.K. : The collateral circulation in cerebral occlusions of the middle cerebral artery.  
Zh. Neuropat. Psikhiat. Korsakov 1968, **68/1**, 19-23.
- ZATZ L.M., IANNONE A.M., ECKMANN P.B. and HECKER S.P. : Observations concerning intra-cerebral vascular occlusions.  
Neurology, Minneap. 1965, **15**, 389-401.
- ZLOTNIK E.J. : Thrombo-embolotomy in occlusion of the middle cerebral artery.  
Neirokhir., 1966, **3**, 1-8.
- ZLOTNIK E.J. : GHITKINA L.S., SEKACH S.F., KOCIENKO V.P. : The use of fibrinolysin and anticoagulants in the surgical treatment of carotid artery occlusion.  
Vop. Neirokhir., 1968, **1**, 23.
- ZULCH K.J. : Etude anatomo-pathologique de l'ischémie cérébrale.  
Journées Internationales de Circulation Cérébrale. Toulouse, 21 avril 1972.



## TABLE DES MATIERES

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>INTRODUCTION</b> . . . . .                                                | 23  |
| <b>PREMIERE PARTIE</b> . . . . .                                             | 25  |
| Chapitre 1. Microchirurgie vasculaire expérimentale . . . . .                | 27  |
| Historique et revue de la littérature . . . . .                              | 29  |
| Travaux personnels . . . . .                                                 | 37  |
| — Matériel d'étude . . . . .                                                 | 38  |
| — Microsutures expérimentales . . . . .                                      | 41  |
| — Méthodes de non-suture . . . . .                                           | 49  |
| — Résultats . . . . .                                                        | 53  |
| Conclusion . . . . .                                                         | 60  |
| Chapitre 2. L'ischémie cérébrale expérimentale chez le chien . . . . .       | 61  |
| Technique . . . . .                                                          | 63  |
| Résultats . . . . .                                                          | 64  |
| — Moyens d'appréciation . . . . .                                            | 64  |
| — Exposé des résultats . . . . .                                             | 65  |
| Conclusion . . . . .                                                         | 70  |
| <b>DEUXIEME PARTIE : L'EMBOLECTOMIE ARTERIELLE INTRA-CRANIEUNE</b> . . . . . | 75  |
| Chapitre 1. Revue de la littérature . . . . .                                | 77  |
| Chapitre 2. Nos observations. . . . .                                        | 83  |
| Chapitre 3. Technique chirurgicale. . . . .                                  | 109 |
| Chapitre 4. Résultats . . . . .                                              | 123 |
| Chapitre 5. L'indication . . . . .                                           | 131 |
| <b>CONCLUSIONS</b> . . . . .                                                 | 153 |
| <b>BIBLIOGRAPHIE</b> . . . . .                                               | 155 |
| 1. Travaux expérimentaux . . . . .                                           | 155 |
| 2. Travaux cliniques . . . . .                                               | 165 |



Imprimerie H.M.  
199, av. R. Salengro  
69 / Vaulx-en-Velin  
Dépôt légal n° 141  
2e trimestre 1972





